

OPERE COMPLETE

DI

GALILEO GALILEI

TOMO XI

LE OPERE

DI

GALILEO GALILEI

PRIMA EDIZIONE COMPLETA

CONDOTTA SUGLI AUTENTICI MANOSCRITTI PALATINI

E DEDICATA

A S. A. I. E R. LEOPOLDO II

GRANDUCA DI TOSCANA

TOMO XI

FIRENZE

SOCIETÀ EDITRICE FIORENTINA

1854

PATRONO DELLA EDIZIONE

S. A. I. E R. IL GRANDUCA LEOPOLDO II.

DIRETTORE

IL PROF. EUGENIO ALBÈRI.

OPERE FISICO-MATEMATICHE

Tomo I.

Eccoci giunti alla parte più importante della nostra pubblicazione, quella che comprende gli scritti onde la scienza va maggiormente obbligata all'immortale nostro Filosofo.

Le materie, da noi disposte per lo migliore in ordine cronologico, si comprendono in quattro volumi contenenti:

1.° I lavori inediti sul *Moto dei Gravi*, primo getto dell'alta mente di Galileo nel tempo del suo insegnamento in Pisa, come amplamente viene da noi dichiarato; il *Trattato della Scienza Meccanica;* il *Trattato di Fortificazione*, che manca in tutte le precedenti edizioni delle Opere; le *Operazioni del Compasso di proporzione*, con le polemiche che vi si riferiscono.

2.° Il *Trattato dei Galleggianti*, con gli scritti polemici ai quali dette occasione.

3.° I *Dialoghi delle Nuove Scienze*.

4.° I *Brevi Trattati*, quali sono la Bilancetta, l'Angolo del contatto, l'Orologio a pendolo ec. ec., non che *Problemi*, *Pensieri* o *Frammenti* varj, così editi come inediti.

Oltre i lavori inediti, dei quali uno importatissimo si contiene, come sopra abbiamo accennato, nel presente volume, molte aggiunte, correzioni e diligenze accompagnano pur li altri tre.

Il quindicesimo ed ultimo volume della Collezione comprenderà i *Lavori letterarj* propriamente detti.

SERMONES

DE MOTU GRAVIUM

(NUNC PRIMUM EDITI)

AVVERTIMENTO.

Era noto in universale come sin da quando Galileo, compito appena il quinto lustro dell'età sua, fu instituito lettore delle matematiche in Pisa, si desse a investigar le leggi del moto e tutte in generale le dottrine fisico-matematiche, delle quali solo assai più tardi fe' professione solenne nelle due grandi opere dei Massimi Sistemi e delle Nuove Scienze.

Ma un sufficiente saggio de'suoi primi tentativi in un arringo, ch'egli doveva poi correre con sì spiegata carriera, mancava ancora a soddisfazione di quelli, che i metodi, onde procede il genio nella ricerca di verità sconosciute, ripongono a ragione nel novero dei più utili insegnamenti.

Primo il Nelli, sulla fine del secolo passato, annunziò l'esistenza degli scritti giovanili di Galileo intorno il moto dei gravi (1); e il cavaliere Venturi, il quale n'ebbe imperfetta cognizione, riferì soltanto il titolo di alcune proposizioni in quelli dichiarate (2); onde a

(1) *Vita e Commercio Letterario* ec., pag. 42

(2) *Memorie e Lettere* ec., pag. 330.

buon diritto, sino dal 1841, il professore Guglielmo Libri esprimeva l'universal desiderio di vederli pur fatti di pubblica ragione (1). A noi dunque la buona ventura di dare in luce queste antiche scritture, nelle quali vediamo il giovine atleta strenuamente dibattersi contro le difficoltà che d'ogni intorno lo circondavano, ed accennare stupendamente ai progressi ch'egli dovea più tardi operare in tutta quanta la naturale filosofia.

Notare per ogni dove ed in quanto Galileo, in questi primi suoi scritti, sia concorde o discorde così colle dottrine del suo tempo che colle odierne, ci avrebbe costituito nella necessità di dissertare su ogni linea di queste pagine; lo che noi rimettiamo, come a luogo più conveniente, alla vita dell'Autore, dove ogni correzione dei vecchi errori, e ogni nuova dottrina da lui promossa, sarà da noi con rigorosa diligenza esaminata. Solo crediamo qui nostro debito avvertire, che se giustamente fu detto, non tanto essere da apprezzare Galileo pei nuovi veri da esso lui investigati, quanto per la demolizione operata nel mostruoso edifizio della fisica antica, ciò specialmente rifulge in queste pagine, dove vediamo come egli, appena posto il piede nel campo della scienza, guidato da quell'intimo senso che è la caratteristica del genio, sente e dimostra l'errore delle scuole prima ancora che in lui sia reso perfetto il criterio delle nuove dottrine; e se talora ne pone innanzi egli stesso delle non vere, è

(1) *Histoire des Sciences Mathématiques en Italie*, Tom. I, pag. 179.

da far calcolo degli ostacoli ben altrimenti gravi a que' tempi di quelli che alle speculazioni del filosofo naturale si oppongan oggi, che tante verità generali e dimostrate spianano allo studioso la via, resa così difficile agli antichi non solo dalle false osservazioni e dal complicato meccanismo supposto alla natura, ma dagli sforzi maravigliosi operati per dare a quei fantasmi sembianza di verità, e stabilire in assiomi i princìpj più arbitrari ed indimostrabili; talchè fermati già i confini della scienza, era stimato orgoglio e stoltezza il cercare d'oltrepassarli, e a più forte ragione il far prova di contrastarli ed abbatterli.

Fino all'apparire di Galileo non avevano i fisici veruna giusta idea della natura dei corpi e delle leggi del moto. La dottrina degli elementi, dei corpi per sè gravi e leggieri, della tendenza loro alla quiete, dell'aria coadiuvante anzichè resistente al moto; questi e tant'altri errori fondamentali assiepavano inestricabilmente il cammino di chi avesse voluto di proposito farsi ad investigare l'armonia dei rapporti, che pure i potenti intelletti istintivamente sentivano doversi dare nelle opere della natura. I più sapienti eran lungi dal sospettare che ogni movimento fosse di sua natura rettilineo, e perpetuo nella stessa direzione e velocità, quante volte estrinseci e accidentali impedimenti non occorressero. Ammettevano moti di lor natura circolari, i quali, secondo la dottrina di Aristotile, stimavano soli inalterabili: i rettilinei supponevano effetto di uno speciale *appetitus* di certi corpi a riunirsi al centro dell'universo od a fuggirlo, onde la distin-

zione loro in gravi ed in leggieri. Distinguevano eziandio i moti in naturali e violenti, dicendo i primi essere inerenti all'essenza dei corpi che ne erano affetti, come il moto circolare degli astri e quello dei gravi cadenti; e i secondi essere così contrari alla natura stessa dei corpi da non potere a lungo durare senza il costante intervento della forza motrice.

Galileo entra arditamente a dissipar queste tenebre. Pone la dignità della ragione non nello stabilire *a priori* una teorica, ma nel dedurla con rigoroso esame dall'esperienza. Così distrutte via via le eccezioni, nel cui laberinto si smarriva la scienza, giunge ad afferrare i rapporti generali delle cose, nel che principalmente difettava l'antica scuola; avverte con stupendo acume e pronuncia con solenne asseveranza, tutti i corpi esser gravi; tutti per sè tendere in retta linea al centro; la respettiva loro gravità con quella del mezzo determinarne il moto ascendente o discendente; tutti i gravi cadenti, sebbene di diverso peso ma della stessa materia, muoversi con eguale velocità per un medesimo mezzo; deduce la necessità del moto equabile a un certo punto della caduta dei corpi di qualsivoglia peso; e si fa strada a determinare più tardi la misura della velocità dei cadenti, l'obliquità necessaria alla maggior proiezione, la diagonale resultante da due impulsi obliqui, tutte insomma le legge fondamentali del moto. I germi di questi veri, che rinnovarono, o a meglio dire crearono la scienza, son contenuti nelle pagine, che con vivo compiacimento diamo ora in pubblico.

Questi scritti, i più antichi della mano di Galileo, si hanno nel Tomo I della Parte V dei Codici Palatini, e constano di due distinte parti. L'una comprende diversi Capitoli o Lezioni intorno il moto dei gravi, che verosimilmente Galileo veniva esponendo dalla cattedra a'suoi uditori: l'altra è un Dialogo, che riassume e coordina quelle medesime dottrine, e il quale sin d'allora si proponeva forse di pubblicare in tal forma, che possiam dire da lui prediletta, siccome quella di cui fece uso nelle due grandi opere dei Massimi Sistemi e delle Nuove Scienze.

Noi portiamo opinione che questo lavoro, incompleto qual si dimostra, sia nonpertanto tutto ciò che Galileo venne stendendo intorno questa materia nel breve tempo della sua lettura di Pisa; e non può abbastanza deplorarsi, che trasferitosi in Padova per le cagioni ben note ai nostri lettori, da prima le condizioni del nuovo insegnamento, poscia i gravi e diversi casi nei quali incessantemente si trovò involto, lo distogliessero sì lungo tempo dal seguitar di proposito in questi studj, da lui ripresi sol quando la tarda età ed il perduto lume degli occhi gl'interdissero di arrivare a quel punto, al conseguimento del quale la natura lo aveva maravigliosamente apparecchiato, e che soltanto fu raggiunto dai due suoi grandi successori nella scienza, Newton e Leibnizio.

Delle due analoghe scritture sopraccennate pubblichiamo, per le ragioni dette, soltanto la seconda, quella cioè in forma di dialogo, aggiungendovi bensì quattro capitoli siccome saggio dell'altra.

[illegible] inoltre, pur dal medesimo Codice, il frammento *De Motu naturaliter accelerato*, sul quale richiamiamo in special modo l'attenzione del lettore, essendo quello che è incontrovertibile documento dell'essere stati i Dialoghi delle Nuove Scienze non solo ideati, ma effettivamente incominciati a comporre da Galileo nella prima sua gioventù, avvegnachè sia questo capitolo identico per buon tratto al discorso di tal materia contenuto nel terzo dei detti Dialoghi.

E qui cade in acconcio l'osservare che tutti i brani in lingua latina, che qua e là si riscontrano interpolati nei Dialoghi delle Nuove Scienze, sono composizioni appartenenti ai primi anni della vita di Galileo, e da lui riportati *ad verbum* in quella grand'opera, sia per esimersi dalla molestia della traduzione, sia per renderli più riconoscitivi a coloro, cui da tempo egli aveva partecipato questi parti delle sue primitive lucubrazioni, come già abbiamo veduto nell'Epistolario (1), e come avremo occasione di avvertire altre volte.

(1) Ricorderemo in questo luogo al lettore la sola lettera del Micanzio del [illegible] Febbrajo 1641 (Tom. VIII, pag. 134), nella quale il dotto frate sollecitando Galileo a compire e pubblicare la sua dottrina del Moto, gli ripete: « *questa speculazione Dio e la natura l'han fatta*.

SERMONES

DE MOTU GRAVIUM.*

ALEXANDER. Quo tam celeri pede, carissime Dominice?

DOMINICUS. Ehu, salve, dulce caput!

ALEXANDER. Siste, quaeso, tantisper gradum, namque, in te sectando, sum adeo defessus, ut vix vitalem auram excalfacto cordi, quantum idem avet, subministrare valeam.

DOMINICUS. Ego autem, quamvis celeri gradu procedam, obsistens tamen frigus vincere nequeo: et male in me verificatur tritum illud dictum: motum esse causam caloris; qua-

* Circa i due interlocutori di questo Dialogo, leggiamo nel Nelli (*Vita* ec. p. 42): « Non è stato possibile rintracciare chi essi fossero, ma, per quanto » può supporsi, dovevano essere Jacopo Mazzoni da Cesena, e Luca Valerio, » matematico ferrarese, il primo stato di lui precettore, e l'altro divenuto di » lui amico, in congiuntura che dimorava in quel tempo a Pisa ». Quanto a noi non possiamo consentire in questa inferenza, specialmente rispetto al Valerio, dalle lettere del quale (Tom. VIII, p. 38 e seg.) sappiamo che Galileo lo aveva, pochi anni dappoi, affatto dimenticato; lo che mal può supporsi che sarebbe accaduto, s'egli avesse già inteso di formarne uno degl' interlocutori di questo Dialogo. L'esempio poi degli altri Dialoghi di esso Galileo ci dimostra, che quando ei volle porre in scena amici suoi, lo fece co' loro proprj nomi: chè dove allegar si volesse, nel presente caso, la necessità di non compromettere coi Peripatetici, allora potentissimi, nelle vive contraddizioni che qui si fanno alle dottrine aristoteliche, e che, per l'istessa ragione, negli altri Dialoghi sopra citati, facesse Galileo interloquire amici defunti, più natural conclusione sarebbe che i nomi di Alessandro e di Domenico fossero stati scelti a caso, a solo fine di cavarne occasione di trattare per Dialogo queste materie.

propterea, quantum placet, tarde incedamus, atque ad deambulandum extra urbem, de more nostro, proficiscamur, quo etiam vel solus proficisci decreveram. Sed qui nostri sermones erunt hoc mane?

ALEXANDER. Quodcumque primum sive tibi sive mihi in mentem venerit, de quo tamen verba facere injucundum non sit, de eodem sermonem habeamus.

DOMINICUS. De eo itaque quod nuper memoravi.

ALEXANDER. At quid?

DOMINICUS. Dixeram enim tritum illud dictum. . . .

ALEXANDER. Ahah, jam in memoriam redivit.

DOMINICUS. De motu itaque sermonem non injucundum esse arbitror; attamen de quocumque motu in universali, deque ejusdem essentia et de singulis ipsius accidentibus disserere nimis longum esset ac supervacaneum. De hac enim materia, cum exactissimam tractationem voluero, ipsummet Aristotelem, in suo physico auditu, omnesque illius interpretes consulam. Itaque ad unam tantummodo motus speciem me constringam, nempe ad motum gravium et levium. Sed tamen, quia et de hoc exacte a compluribus actum est, exactissime autem a Jeronimo Borrio (1), caeteris omnibus omissis, circa particularia quaedam sententiam tuam cognoscere gratum erit, quorumdamve problematum solutionem tuam audire, de quibus ad opinionem et solutionem aliorum animus meus non satis quiescit. Sunt autem hujusmodi:

Primum, utrum verum existimes quod in puncto reflexionis motus requiratur quies;

Secundo, quam causam afferas de hoc: quod scilicet si fuerint duo corpora aequalia in mole, quorum alterum sit v. g. ligneum, alterum ferreum, et ob id alterum altero gravius, si ab aliquo excelso loco eodem tempore demittantur, citius per aerem fertur ligneum quam ferreum, hoc est levius

(1) In libro *De motu*, Florentiae 1576.

quam gravius; si tamen hoc tamquam verum admittas (1);

Tertio, undenam accidat quod motus naturalis velocior in fine quam in medio vel in principio, violentus vero velocior in principio quam in medio, et hic quam in fine existat;

Quarto, cur idem corpus citius in aere quam in aqua descendat; quinimmo et nonnulla corpora in aere descendant, quae tamen in aqua non demerguntur;

Quinto (et est quaesitum amicissimi nostri Dionysii Fontis equitis dignissimi), quamnam causam reddas de eo quod tormenta, tum muralia tum manualia, longius per rectam lineam plumbeas sphaeras jaciunt, si eas per lineas inclinatas orizonti projiciant, quam si per lineam eidem orizonti parallelam, cum tamen primus motus magis naturali motui contrarietur;

Sexto, cur eadem tormenta globos graviores celerius et longius jaculent quam leviores, utpote ferreos quam ligneos, cum tamen leviores minus vi impellenti resistant.

Tuam itaque sententiam de his et de similibus, quae ab istis pendent, audire gratissimum erit; scio enim te, in hac materia, aut nihil dicturum, aut aliquid novi et veritati ipsi propinquissimum in medium allaturum: cum enim certissimis, clarissimis atque subtilissimis mathematicis demonstrationibus sis assuetus, utpote divini Ptolemaei, et divinissimi Archimedis, crassioribus quibusdam rationibus nullo pacto assentiri potes; cumque haec, quae proposui, non longe a

(1) La condizionale posta al quesito — *si tamen hoc tamquam verum admittas* — mostra come già Galileo dubitasse della verità del principio ivi enunciato, sebbene, in un apposito capitolo, facesse prova di darne la spiegazione, e solo affatto lo respingesse quando la vera teoria della caduta dei gravi, da lui stesso, indi a poco, escogitata, l'ebbe messo pienamente in chiaro della fallacia di questa, come di tant'altre supposizioni dell'antica scuola. Giacchè ne cade l'opportunità, avvertiamo qui una volta per sempre, come pel vocabolo *moles* Galileo intenda significare il volume, non la *massa*, come oggi diciamo, di un corpo.

propter, quantum placet, tarde incedamus aliquid pulcri
landum extra urbem, de more nostro
etiam vel solus proficisci decreveram. iti ingenii
mones erunt hoc mane? his opi-

ALEXANDER. Quodcumque primu unt. In
in mentem venerit, de quo tamen v ectat, tria
non sit, de eodem sermonem habea , mobile, et

DOMINICUS. De eo itaque quo am in naturali

ALEXANDER. At quid? , nempe movens,

DOMINICUS. Dixeram enim a enim naturali est

ALEXANDER. Ahah, jam in io est virtus quaedam

DOMINICUS. De motu itaqu
esse arbitror; attamen de quo ut nos gradatim procedere
deque ejusdem essentia et de bus fundamentis erecta, cum
disserere nimis longum esse corrueret. Dixisti itaque nu-
enim materia, cum exactissime moveri a gravitate vel levi-
met Aristotelem, in suo phys virtute impressa: quae duo ante-
pretes consulam. Itaque ad vel credantur, declaratione egent.
me constringam, nempe ad maxus audacter asseris in motu vio-
tamen, quia et de hoc virtute impressa a movente, cum
exactissime autem a Je hujus motus causam afferat, nempe
omissis, circa particul Putas ne ergo falsam de hoc esse Ari-
gnoscere gratum erit,
tuam audire, de quib sententiam istam, quam Aristoteli adscri-
animus meus non s peripatetici tuentur, vel potius tueri conten-

Primum, utrum ... nulla est necessitas, cum etiam altera
xionis motus requ sectatores, eosque doctissimos: attamen

Secundo, qua motus Aristotelici sententiam respuam
si fuerint duo co
v.g. ligneum, alt
si ab aliquo ex
per aerem fe

... manifesto, intendeva Galileo dire di sè mede- ... come è ... sarebbe riprovevole iattanza in tutt'altro uomo, che ... come egli, giustificate coi fatti, svela in lui ... delle proprie forze, che è caratteristico dei grandi

(1) In lib ... et III Coeli t. 28.

audire cupis, rationes nonnullas ipsam destruentes, easque non fictas et ex maioribus chymeris pendentes, sed ab ipsomet sensu depromptas, in medium adducam.

Dominicus. Non minus jucundum erit haec audire quam problematum solutiones; quas si tempus non suppeterit perferre antequam sit prandendi hora, in crastinam diem reservabimus: at fortasse non absonum erit nosmetipsos usque ad littus maris conferre, ibique a piscatoribus et nautis aliquid esui accommodatum accipere, et ad multam diem commorari; cum praesertim sole altius super orizonte ascendente subcalescat adeo aer, ut brumalem rigorem minus obnoxium reddat; atque ita satis ocii suppetente, quicquid exopto abs te audire potero.

Alexander. Eamus iam quolubet.

Dominicus. Tu autem hoc interim tuas rationes perferre ne graveris.

Alexander. Antequam ad rationes deveniam, sententiam eorum declarare expediet, qui Aristotelis opinionem sectant. Dicunt enim quando mobile a projiciente, ut v. g. lapis ab homine projicitur, tunc a moventis manu prius impellitur aer sibi contiguus, qui et reliquas partes aeris movet; dum postea mobile a manu relinquitur in aere, aer iam commotus secum defert mobile: haec est Aristotelis causa: nonnulli addunt etiam quod cum mobile movetur, partes aeris ad replendum vacuum quod post se relinqueret succedunt, ex quarum concursu posteriores partes mobilis impelluntur. Hanc tamen sententiam esse falsissimam, his rationibus ostendere conabor.

Prima itaque ratio sit: si mobile a medio movetur, mobile necessario ad easdem partes ad quas medium movebitur. Huius tamen contrarium saepius videmus: si enim flante quocunque validissimo vento, contra ipsum mobile projiciatur, quamvis ventus ab austro spiret, ad austrum tamen, si eo dirigatur, feretur mobile; ex quo patet, mobile

non a medio, sed ab alio movente moveri. Neque est dicendum quod quamvis sentiamus ventum in contrarium ferri, tamen partes aeris quae sunt mobili propinquissimae ad easdem cum mobile ferri partes; nam ecce de hoc manifestissimum exemplum. Nonne aspicis naviculam istam, quae ab unico nauta Pisas contra aquae decursum impellitur? Videmus enim illam semel a nauta impulsam per aliquod inde spatium contra nitentem aquam invehi; partes tamen aquae naviculam tangentes in contrarium ferri oculis ipsis manifestissime apparet: neque credas fortasse quod ultimae partes aquae, quae puppim tantum navis contingunt, navem impellere, quamvis ceterae partes aquae videantur in contrarium moveri; nam praeter quod hoc ridiculum est, contrarium etiam experientia docet. Si quis enim supra puppim manens lignum filo suspendat quantumlibet parvum, et in aquam demittat, clare videbit ipsum in contrarium vehi, et filo trahenti resistere; cujus tamen contrarium sequeretur si aqua ad easdem partes moveret ad quas navicula impellitur.

Secundo: si medium est quod defert mobilia, unde est quod cum quis eodem tormento iaculet globum ferreum, cum quo etiam feratur lignum sive stuppa aut aliquid leve, ita tamen ut grave praecedat, unde, inquam, accidit quod ferrum per longissimum spatium ciebitur, stuppa autem, postquam per aliquod spatium ferrum prosecuta fuerit, sistitur et in terram decidit? Si ergo est medium quod utrumque portat, cur plumbum seu ferrum longissime portat, stuppam vero non item? Anne forsan facilius erit gravissimum ferrum impellere, quam levissimam stuppam aut lignum?

Tertio: si mobile a medio movetur, illud mobile celerius et per longius spatium feretur cui plures aderint partes impellentes: huius tamen contrarium experientia demonstrat. Nam si ab arcu impellatur subtilissimum telum utrinque acutum, hoc per longius spatium feretur quam aliud lignum

crassum ab eodem arcu iaculatum, quod tamen sit eiusdem ponderis cum telo: attamen pauciores partes aeris acutam teli cuspidem impellunt.

Dominicus. Ad hoc facilis esset responsio; nam cum telum sit acutum, aptius est ad scindendum medium quam lignum obtusum; ergo minus illi resistet aer.

Alexander. Putas ne fortasse caeteros quoque huius sententiae sectatores ita ad argumentum responsuros esse?

Dominicus. Ita profecto, et mihi quoque videtur optima solutio.

Alexander. Quo pacto ergo non fateberis medium non moveri ad easdem partes ad quas fertur mobile? si enim ad easdem ferretur, non esset a mobili scindendus aer. Luce ergo clarius patet, medium esse scindendum ex eo quod acuta facilius ferantur quam obtusa: ex quo deinde sequitur, medium non moveri quo tendit mobile. Restat itaque tantummodo demonstrandum quod mobile non movetur a medio, eo quia medium succedens in partes vacuas illud impellat. Namque si partes aeris moventur ad replendum vacuum relictum a mobili, cur non et pari pacto retrocedit mobile ad idem vacuum replendum? Item sit v. g. quod movetur pars cylindri, et una illius basis praecedat; moveatur autem versus septentrionem: perspicuum est quod partium aeris aliae ab oriente, aliae autem ab occidente in vacuum decurrent; nullae autem ab austro; nam locus in quem anteriores partes cylindri ingrediuntur debet evacuari aere, ne detur corporis penetratio, quae partes aeris debent ingredi in locum qui a cylindro relinquitur. Sed locus quem cylindrus ab aere evacuat est semper aequalis loco quem cylindrus post se relinquit; ergo ad hunc explendum sufficiunt partes quae nunc praecedebant cylindrum; quae ab extrema circumferentia basis illius in vacuum intrantes, omnes vel ab oriente vel occidente proveniunt. Quod si ita sit, quomodo impellent cylindrum ab austro? His rationibus aliam adde;

[illegible] basis praecedat, cuspis
[illegible] partes aeris poterunt moveri ad
[illegible] et hoc sit potissimum argu-
[illegible] marmorea, seu ferrea, exacte
[illegible] super axem duobus cardinibus
[illegible] deinde accedat motor qui utras-
[illegible] extremis digitis contorqueat: tunc
[illegible] temporis spatium girabit, et ta-
[illegible] fuerit commotus, nec potest unquam
[illegible] in partes a mobili relictas, cum nun-
[illegible] mutet. Quid ergo de hoc violento motu
[illegible] movebitur sphaera cum extra manus mo-
[illegible] Quid dicendum, nisi a virtute impressa
[illegible]

[illegible] Non possum tuis rationibus non dare ma-
[illegible] de hac ultima, quam tu videris praecipuam
[illegible] aliquid dubitare possim; namque qui
[illegible] tuentur, forsan huiusmodi argumento ita
[illegible] dicentes motum illum non esse violen-

[illegible] che qualunque sia la figura di un corpo messo in [illegible] fluido (in virtù del fatto or noto, che una porzione di [illegible] in quiete e pesante è premuta egualmente in ogni direzione), [illegible] il mobile tende continuamente a lasciar dietro di sè, viene con- [illegible] dalle parti fluide più ad esso vicine, le quali vi si preci- [illegible]. Ciò induce uno spostamento nella massa circostante, [illegible] il luogo conveniente alle molecole scacciate dal progressivo avan- [illegible] del mobile. Il ragionamento quindi di Galileo non potrebbe oggi [illegible] soddisfare ne' termini, ma sta fermo in sostanza circa al soggetto [illegible] applicazione; avvegnachè in quello spostamento, in quella [illegible] (generata nel modo anzidetto), il mobile, anche nella ipotesi che [illegible] giustamente si impugna, che cioè riceva impulso dal mezzo, [illegible] esclusivamente da quelle parti dell'aria, che stanno in diametralmente opposto alla direzione di esso mobile.

[illegible] Il fatto, solo più tardi avvertito, della pesantezza dell'aria non con- [illegible] oggi di dire assolutamente, nel caso da Galileo contemplato, *nec [illegible] motore fuerit commotus;* ma giova anche qui l'osservare che [illegible] questo rimane men vero il criterio che egli intende di stabilire.

tum cum sit circularis (1); cum enim motui violento contrarietur naturalis, motui vero circulari motus contrarius sit nullus, circularis motus violentus nullo pacto erit; et cum non sit violentus, consequentia quam ex motu sphaerae deducis nullius erit momenti.

ALEXANDER. Hanc responsionem impugnare nullius erit negocii: cum enim dicunt motum violentum fieri a medio, non intelligunt tantum de motu illo qui naturali ex diametro opponitur, sed de quocunque motu qui naturalis non sit, scilicet de violento et mixto. Namque dicere v. g. lapidem ad rectos orizonti angulos projectum, quia motus erit ex diametro naturali oppositus, moveri, cum fuerit extra manum, a medio; si tamen idem lapis projiciatur ad angulum inclinatum, tunc moveri a diverso movente, esset penitus puerile et ridiculum; et tamen secundus motus erit mixtus ex naturali et violento. Sub motu ergo projectorum motus omnes quicunque a naturali diversi fuerint comprehenduntur; sed motus talis sphaerae quam diximus non est naturalis sed mixtus; ergo quod sit mixtus probatur, motus scilicet qui componitur ex naturali et violento: sed talis est motus sphaerae, ergo componitur giratio sphaerae ex naturali et violento motu, quia aliquae illius partes recedunt a centro mundi ad quem naturaliter fertur sphaera, aliquae ad idem accedunt. Neque dicas partes sphaerae, quae deorsum moventur, sursum trahere partes quae ascendunt; et hoc quia cum sphaera sit in equilibro partes ascendentes non resistunt partibus descendentibus: hoc enim nihil est; namque si partes sphaerae sunt omnes aeque graves, non erit maior ratio ut dextrae partes potius sinistras quam e contra attollant. Deinde accipiatur sphaera cuius partes non aeque ponderentur, in cuius motu videbis partes graviores a levioribus attolli; et tamen in motu isto erit resistentia.

(1) Ricordi il lettore quanto altrove abbiam detto di quel canone della fisica antica, che distingueva il moto in naturale e violento.

At quid? nonne semper in tali motu est resistentia axium, qui super cardinibus sphaerae pondere gravati motui resistunt? Demum hoc ut animadvertas velim, quod quando dicitur motum circularem non esse violentum, intelligitur de illo motu circulari qui fit circa centrum mundi, qualis est motus coeli. Si itaque marmorea sphaera existeret in centro mundi, ita ut centrum mundi et centrum sphaerae esset idem, deinde initium motus sphaerae a motore externo daretur, tunc sphaera fortasse non moveretur motu violento sed naturali, cum nulla ibi esset axium resistentia, nec partes sphaerae centro mundi accederent aut recederent. Dixi autem fortasse, quia si talis motus non esset violentus, perpetuo duraret; ista autem motus aeternitas ab ipsius terrae natura longe abesse videtur, cui quies jucundior quam motus esse videtur (1). Ex rationibus itaque omnibus allatis satis perspicuum esse videtur, medium nedum juvare motum quinimo et motui magis obstare. Concludendum itaque est, mobile dum motu praeternaturali movetur, moveri a virtute impressa a motore: quid autem sit ista virtus nobis absconditum esse.

Dominicus. Satis tandem sit ista opinio confutata; et postquam rationibus tuis sum convictus, concedatur mobile non a medio sed a virtute impressa moveri: nunc autem antequam de medio quicquam dicas, ut mihi explanes velim quomodo intelligas in naturali motu mobile a gravitate vel levitate moveri.

Alexander. Quae de movente naturali et de medio, quatenus ad praesens negocium spectat, dicenda sunt, simul declarari commode possunt. Suppònatur itaque primo sic a natura constitutum esse ut graviora sub levioribus maneant, quod quidem ita esse sensui manifestissimum est.

(1) In quest'ultima espressione, che sembra riferirsi alla legge d'inerzia, è da notare come Galileo sia già meno affermativo di quel che fosse la scuola, la quale definiva quella proprietà della materia come decisa propensione alla quiete.

Dominicus. Hoc quod supponis verissimum quidem esse sensu deprehendimus; sed causam cur talem ordinem servaverit natura, et non potius conversum, intelligere vellem.

Alexander. Causam talis ordinis reddere, cum ita rem se habere manifestum sit, ad nostrum intentum nil conducere potest; eamque potissimam reddere forte difficillimum esset; nec aliam reddere possem nisi quod in aliquem ordinem erant res disponendae, placuit autem naturae in hunc disponere (1); nisi forte velimus dicere graviora centro propinquiora esse quam leviora, quia videtur quodammodo ea esse graviora, quae in angustiori loco plus materiae continent (2), ut v. g. si fuerit saccus lana plenus, quae in eo nulla vi sit constipata, deinde magna cum violentia multo plus lanae in eodem comprimatur, tunc gravior erit quam antea, quia in eodem spatio plus materiae accumulabitur. Cum itaque spatia quae centro mundi sunt propinquiora semper angustiora sint iis quae a centro magis recedunt, rationi consentaneum fuit ut ea replerentur materia cujus maior gravitas quam alterius angustiora spatia occuparet (3).

Dominicus. Ratio ista talis elementorum dispositionis quamvis existimanda non sit potissima, attamen nonnullam in se habet veritatis speciem, cui animus libenter adsentit: ita ut, tum quia per se clarissimum est quod petis, tum quia de eodem ea quae nuper dixisti causam quodammodo reddunt, graviora sub levioribus a natura constituta esse aequo animo concedam: quare, si libet, ad ea quae dicenda restant te conferas.

Alexander. Nunc autem animadvertendum est gravia vel

(1) Questa è pure la ragione data da Aristotile, VIII Phys. t. 32.

(2) *Hoc patet* (avverte in nota Galileo) *in vaporibus ascendentibus et descendentibus*.

(3) Noti il lettore gli alti presentimenti, che si contengono in queste poche parole.

levia non dici nisi in comparatione: ista autem comparatio simpliciter accidit, vel enim comparamus inter se duo corpora quae in eodem existant medio, vel comparamus corpus aliquod cum medio in quo movetur. In prima itaque comparatione ea dicuntur esse aeque gravia, quae cum sint aequalis molis, in eodem medio ejusdem erunt gravitatis; quod si accipiamus duo frusta, ligneum v. g. unum, alter ferreum, quae aequalia sint in gravitate, non tamen ista appellanda erunt aeque gravia, frustum enim ligneum multo maius erit in mole frusto ferreo. Illud deinde corpus dicetur alio corpore gravius, cuius moles aequalis moli alterius gravior est quam illa si in eodem medio ponderentur: illud autem corpus cuius accepta moles aequalis alterius corporis moli, et in eodem medio cum illa ponderata, levior altera extiterit, levius appellatur: pari etiam ratione media quoque inter se comparata graviora vel leviora dicentur; et corpora solida cum medio in quo moventur comparata, itidem graviora vel leviora dicentur. Media autem, per quae fieri potest motus, sunt omnia creata, excepta terra, quae cum sit solidissima non potest ab alio corpore scindi: reliqua vero creata, nempe aqua, aer et ignis, cum sint liquida, motum in se fieri admittunt.

His autem declaratis, proclive erit mente concipere quomodo gravia moveantur a gravitate, levia vero a levitate; ea enim corpora quae medio per quod moventur sunt graviora deorsum moventur, nam ita a natura constitutum est ut graviora sub levioribus maneant. Si vero aliquod corpus aqua gravius super aquam permaneret, tunc levius sub gravius existeret: moventur itaque gravia deorsum quatenus medio per quod moventur sunt graviora; ergo eorum gravitas respectu medii est causa talis motus deorsum; simili etiam ratione de levioribus medio est intelligendum.

DOMINICUS. Haec quae nunc dixisti non adhuc penitus satisfaciunt, et ratio dubitandi mihi est; nam si v. g. acci-

piamus tenuissimum calculum et in mari projiciamus, ille procul dubio per medium aquae deorsum feretur; calculus autem aqua maris qua ratione gravior existimandus nullo modo deprehendo, cum praesertim aqua ipsa maris innumeris fere calculis gravior certe existat.

Alexander. Es ne tam cito oblitus nuper a me dictorum? Nonne dixeram ego, tunc corpus corpore alio gravius esse, cuius moles aequalis moli alterius ea gravior fuerit? Si itaque accipiamus partem aquae, cuius moles aequalis sit moli ipsius calculi, inveniemus calculum ipsum aqua graviorem esse: quod cum ita sit non est mirandum si calculus in medio aquae descendat.

Dominicus. Hoc totum verum est; sed tamen qua ratione calculo existenti in aqua sit tantummodo habenda ratio cum tanta mole aquae quanta est ipsius calculi moles, non autem cum tota aqua, nondum intelligo.

Alexander. Demum aufugere nequeo quod tibi nonnulla theoremata demonstrem, ex quorum intelligentia non modo id quod petis apertissime intelliges, verum etiam quam proportionem habeant corpora tum gravia tum levia ad celeritatem vel tarditatem sui motus; quaeve sit proportio gravitatum et levitatum unius et ejusdem corporis, si illud in diversis mediis ponderemus; quae omnia demonstranda fuerunt cum veram rationem invenire tentassem, qua possimus in mixto ex duobus metallis, singuli metalli exactissimam proportionem assignare: quorum theorematum (licet non dissimilia ab Archimede demonstrata sint) demonstrationes minus mathematicas et magis physicas in medium afferam; et positionibus utar clarioribus et sensui manifestioribus quam eae sint quas Archimedes accepit.

Dominicus. Veram igitur rationem qua dicitur Archimedes aurificis furtum in corona aurea deprehendisse, te quoque excogitasse asseris? at nonne eadem scripta a plurimis, et praesertim a Vitruvio?

[illegible] vulgatum quem dicunt de [illegible] esse demonstrare possem; [illegible] exactissimum, et quem eundem [illegible], tum quia exquisitissimus [illegible] Archimedis demonstrationibus [illegible] (1).

[illegible] si pulcra ista tua inventio demonstra- [illegible] explanandis innititur, eam quoque audire, [illegible], gratissimum erit. Nunc autem si li- [illegible] fuerit ad tua demonstranda, ecce mi- [illegible] expolita lataque planities, in qua virgula [illegible] poteris.

[illegible] Antequam itaque ad descriptionem acce- [illegible] advertendum est, quod, ut dixi, sint tria media [illegible] quae fit motus: tamen quia ignis a nobis ni- [illegible], et quia in aere non prae manibus habemus [illegible] ascendant, in medio aquae demonstrationes [illegible]: quae vero de aqua demonstrantur, de aliis quoque [illegible] nemo inficiabit. Dico igitur primum, so- [illegible] magnitudines aeque graves ac aqua, in aquam de- [illegible] totas demergi, non tamen adhuc deorsum ferri magis [illegible]. Sit itaque primus aquae status, antequam [illegible] in eam demittatur, CED (2); magnitudo autem AB, [illegible] aeque gravis sit ac aqua, in aquam demissa, si fieri [illegible], non demergatur, tota, sed aliqua illius pars extet [illegible] aquam, nempe A, et superficies aquae CD attollatur [illegible] ad FG, et in hoc situ consistat tum aqua tum ma- gnitudo; manifestum est itaque quod moles aquae a super- ficiebus FG, CD contenta, quae attollitur, est aequalis moli partis illius magnitudinis quae sub aqua est demersa, nem- pe B: hoc enim clarissimum est, quia moles dicta aquae non

(1) Tabula I, Fig. 1.

(2) Allude alla sua *Bilancetta*, che in questa nostra edizione ha il suo luogo nell' ultimo volume.

potest esse minor, nam daretur corporum penetratio, nec potest esse major, ne quis locus vacuus derelinquatur. Quia itaque aqua FG, CD superficiebus contenta nititur sua gravitate redire ad pristinum suum statum, sed hoc assequi non potest nisi prius solidum AB ex aqua auferatur et ab aqua attollatur; solidum autem ne attollatur tota propria gravitate resistit; ponuntur autem tum solida magnitudo tum aqua in hoc statu consistentes; ergo necessarium est ut gravitas aquae FGCD, qua sursum nititur solidum attollere, sit aequalis gravitati qua solidum resistit et deorsum premitur (si enim major esset gravitas aquae FGCD gravitate solidae magnitudinis AB, solidum AB attolleretur atque expelleretur ab aqua; si vero major esset gravitas solidi AB attolleretur rursus aqua; quae tamen omnia ita consistentia ponuntur). Si itaque gravitas portionis aquae FGCD aequatur gravitati totius solidi AB, erit etiam moles aquae portionis FGCD aequalis moli totius solidi AB: quia autem esse non potest quod moles aquae FGCD non aequetur moli illius portionis solidi quae sub aqua est, nempe portioni B; minor autem est B ipso BA; non ergo verum est quod aliqua pars solidae magnitudinis extra aquam extet; ergo tota demergetur. Non tamen in aqua existens tota deorsum descendet, sed quo loci ponatur eo manebit, nulla enim est causa cur descendere debeat; nam cum aeque gravis ponatur ac aqua, dicere illam in aquam descendere, esset idem ac si diceremus aquam in aqua sub aqua descendere, et rursum aquam, quae primum super ascendit, deorsum iterum descendere; et sic aqua in infinitum procedere alternatim descendendo et ascendendo, quod inconveniens est.

Hoc itaque demonstrato, sequitur ut ostendamus solidas magnitudines aqua leviores in aquam demissas non demergi totas, sed earum aliquam partem extare ex aqua. Oportet igitur meminisse quod tunc solida magnitudo dicitur alia

levior et existens cum ea aequalis in mole, sit eadem in gravitate levior. Sit primus aquae status EF (1) antequam solida magnitudo in eam demittatur. Sit autem AB magnitudo in aquam demissa aqua levior; dico itaque ipsam solidam magnitudinem non demergi totam. Si enim fieri potest, demergatur tota, et aqua attollatur usque ad superficiem CD; erit igitur moles aquae CF aequalis moli magnitudinis AB, et si fieri potest maneant in hoc statu tum magnitudo tum aqua; et quia tanta est gravitas qua aqua CF deorsum premit ut solidam magnitudinem attollat, quanta est gravitas qua magnitudo AB deorsum premens resistit ne attollatur (ponuntur enim ita consistentes), ergo magnitudo solida est aeque gravis ac aqua, quod est inconveniens, ponebatur enim levior: non ergo magnitudo AB tota demergetur, sed aliqua illius pars ex aqua extabit. Demonstrato igitur solidas magnitudines aqua leviores non demergi totas, expedit nunc ostendere quaenam illarum partes demergantur. Dico igitur quod solidae magnitudines aqua leviores in aquam demissae usque eo demerguntur, ut tanta moles aquae quanta est moles partis demersae magnitudinis eandem quam tota magnitudo habeat gravitatem.

Sit primus aquae status superficies CD (2); solida autem magnitudo AB aqua levior in aquam demittatur; manifestum est igitur ex praecedenti quod non demergetur tota. Demergatur igitur pars B, et aqua attollatur usque ad superficiem FG. Dico igitur tantam molem aquae quanta est moles partis demersae magnitudinis eandem quam tota magnitudo habere gravitatem. Quia enim tanta gravitate premit aqua FD quanta resistit magnitudo AB (ponuntur enim ita consistentes), est ergo gravitas aquae FD aequalis gravitati totius magnitudinis AB. Sed moles aquae FD aequatur moli partis magnitudinis demersae, nempe B; ergo tanta moles

(1) Tab. I, Fig. 1. (2) Tab. I, Fig. 2.

aquae quanta est moles partis demersae magnitudinis eandem quam tota magnitudo habet gravitatem, quod fuit demonstrandum.

Nunc autem, antequam ad demonstrationem solidorum aqua graviorum accedamus, demonstrandum est quanta vi solida magnitudo aqua levior sursum feratur si tota vi sub aquam demergatur. Dico igitur, solidas magnitudines aqua leviores in aquam impulsas ferri sursum tanta vi, quanto aqua, cujus moles aequetur moli demersae magnitudinis, ipsa magnitudine gravior erit.

Sit itaque primus aquae status, ante quam magnitudo solida in eam demittatur, superficies AB (1), et demittatur in eam vi solida magnitudo CD, et attollatur aqua usque ad superficiem EF; et quia aqua, quae attollitur, EB habet molem aequalem moli totius magnitudinis demersae, et magnitudo ponitur aqua levior, erit aquae EB gravitas major gravitate CD solidi: intelligatur itaque pars aquae TB, cuius gravitas aequetur gravitati solidi CD. Demonstrandum igitur est magnitudinem solidam sursum ferri tanta vi quanta est gravitas aquae TF (gravitas enim aquae EB major est gravitate aquae TB, hoc est gravitate solidi CD). Quia itaque gravitas aquae TB aequalis est gravitati solidae magnitudinis CD, tanta vi premet deorsum aqua TB ut solidum attollat, quanta resistet solidum ne attollatur. Gravitas itaque partis aquae prementis, nempe TB, aequatur resistentiae solidae magnitudinis. Sed gravitas totius aquae prementis EB superat gravitatem aquae TB, quanta est gravitas aquae TF, ergo gravitas totius aquae EB superabit resistentiam solidi CD, quanta est gravitas aquae TF. Gravitas igitur totius aquae prementis sursum impellet solidam magnitudinem tanta vi, quanta est gravitas partis aquae TF; quod fuit demonstrandum.

(1) Tab. I, Fig. 3.

Ex his autem quae demonstrata sunt satis perspicuum est, solidas magnitudines aqua graviores deorsum ferri si in aqua demittantur; nisi enim ferantur deorsum, aut earum aliqua pars extabit, aut sub aqua manebunt, nec sursum aut deorsum ferentur; at earum nulla pars extabit, essent enim, uti demonstratum est, aqua leviores, nec in aqua manebunt, quia essent aeque graves ac aqua: restat ergo quod deorsum ferantur.

Nunc autem quanta vi deorsum ferantur ostendamus.

Dico igitur, solidas magnitudines aqua graviores in aquam demissas ferri deorsum tanta vi, quanto aqua, molem habens moli ipsius magnitudinis aequalem, levior est ipsa magnitudine. Sit itaque primus aquae status superficies DE (1); magnitudo autem solida BL, aqua gravior, in aquam demittatur, et attollatur aqua ad superficiem AB. Sit autem aqua AE, quae molem ipsius magnitudinis moli aequalem habeat; et quia solida magnitudo ponitur aqua gravior, erit aquae AE gravitas minor gravitate solidae magnitudis. Intelligatur itaque moles aquae AO, quae aequalem habeat gravitatem gravitati BL; et quia aqua AE levior est AO quantum est gravitas DO, demonstrandum est, magnitudinem solidam BL deorsum ferri tanta vi, quanta est gravitas aquae DO. Intelligatur altera solida magnitudo aqua levior primae conjuncta, cuius quidem moles sit AO aquae moli aequalis, gravitas autem eius sit aequalis gravitati aquae AE, sitque dicta magnitudo LM: et quia moles BL aequatur moli AE, moles autem LM aequatur moli AO: ergo moles compositarum magnitudinum BL, LM aequatur moli compositae aquae EA, AO. Sed gravitas magnitudinis aquae AE aequatur gravitati magnitudinis LM; gravitas autem aquae AO aequatur gravitati magnitudinis BL; tota ergo gravitas am-

(1) Tab. I, Fig. 4.

barum magnitudinum BL, LM aequatur gravitati aquae OA, EA. Sed et moles quoque magnitudinum ML, LB demonstrata est aequalis moli aquae OA, AE, ergo, per primam propositionem, magnitudines ita compositae neque sursum neque deorsum ferentur. Tanta ergo erit vis magnitudinis BL deorsum prementis, quanta est vis magnitudinis ML sursum impellentis. Sed, per praemissam, magnitudo ML sursum impellitur tanta vi, quanta est gravitas aquae DO; ergo magnitudo BL deorsum feretur tanta vi, quanta est gravitas aquae DO. Et ex hoc manifeste colligitur quod solidum aqua gravius est in aqua tanto levius quam in aere, quanta est in aere gravitas aquae molem habentis ipsius solidi moli aequalem; nam solidum BL in aere fertur deorsum ea gravitate, quae ponitur aequalis gravitati aquae AO; in aqua autem fertur deorsum tanta gravitate, quanta est gravitas DO. Gravitas autem DO excedit a gravitate AO quantum est gravitas AE, quae est gravitas aquae molem habentis aequalem moli solidi BL. Haec autem omnia quae de aqua demonstrata sunt, de aere quoque intelligenda erunt: ex quo universaliter patet, corpora illa deorsum ferri, quae medio, per quod ferri debent, graviora sunt; ea vero sursum ferri quae medio per quod ferri debent leviora fuerint.

Dominicus. Ex demonstrationibus istis certissimis manifestissimisque adeo perfectam exquisitamque horum motuum intelligentiam acquisivi, ut numquam de illis mihi amplius dubitandum sit de quibus antea dubitaveram, eo quod numquam nisi confuso quodam modo intellexeram.

Alexander. Sequitur etiam gravia eo facilius deorsum ferri, quo medium per quod moveri debent levius fuerit; leviora vero eo facilius sursum ferri, quo medium per quod feruntur gravius erit.

Dominicus. Falsum ergo erit quod fere omnes asserunt philosophi dum conantes demonstrare aerem magis gravem esse quam levem, dicunt ideo aerem magis gravem quam

levem esse existimandum, quia facilius fert gravia deorsum quam levia sursum (1).

ALEXANDER. Oh! ridiculae chymerae, oh! hominum ineptae sententiae, quae non solum veritati non adpropinquantur, sed veritati ipsi adversantur: at, Dii immortales, quo pacto, quaeso, ipsorum chymeris credendum erit, quibus naturae abditissima arcana explanare profitentur, si in rebus sensui quasi apertissimis veritati contraria temere asserunt? Et quis, quaeso, somniavit, ea media esse magis gravia quam levia, quae gravia facilius deorsum quam levia sursum portent, cum e converso penitus res se habeat? Si enim ista consequentia valeret, aer profecto gravior esset ipsa aqua, nam quodcumque grave sit illud quod deorsum moveatur, facilius semper et celerius ferretur in aere quam in aqua; imo et multa sunt corpora illa, quae in aere celerrime et facillime deorsum moventur, quae in aqua nedum deorsum feruntur, sed aquae supernatant et in aquam vi impulsa sursum feruntur. Hoc autem exemplo pateat; nam cucurbita v. g. facile deorsum fertur in aere, quae deinde in aqua non nisi difficillime et summa cum violentia deorsum impelletur: ergo quia aer facilius fert corpora deorsum quam aqua erit gravior existimandus. Oh absurda! oh absurda! sed attende quaeso.

vero deinde idem corpus A ferretur per medium levius, ita ut talis medii molis C, quae esset aequalis moli A, gravitas esset ut 2, tunc profecto solidum A in hoc secundo medio ferretur deorsum facile et celeriter ut 6. Patet igitur quod idem corpus A facilius deorsum movetur per media leviora quam per graviora: ergo sequitur quod medium eo levius existimandum sit, quo gravia in eo facilius deorsum moventur; cujus tamen contrarium plurimum opinio affirmat. Cui igitur jam non apertissimum est, quod si aer adhuc levior esset, gravia deorsum facilius moverentur? Quod si sic est, sequetur, aerem ideo levissimum esse, quia gravia facile in eo deorsum feruntur. Opposito autem huic modo ratiocinandum est de levibus, quae sursum moventur, et colligetur, medium illud grave existimandum esse per quod levia facilius sursum feruntur; illud vero leve per quod levia difficile sursum moventur: ergo tum quia in aere levia difficilius sursum moventur, tum quia in eodem gravia facilius deorsum moventur, sequitur aerem magis levem quam gravem existimandum esse. Attamen quae dixi tantummodo dicta velim ad confutationem opinionis eorum, qui dixerunt aerem esse magis gravem quam levem.

Dominicus. Quae ergo est tua sententia de gravitate aut levitate elementorum?

Alexander. Si loquamur de gravitate vel levitate absoluta, dico, corpora omnia, sive mixta sive immixta sint illa, habere gravitatem; si vero de gravitate vel levitate respectiva sermonem habemus, dico, corpora omnia itidem habere gravitatem, alia tamen majorem, alia minorem; istam autem minorem gravitatem esse quam levitatem appellamus: et sic dicimus ignem leviorem esse quam aerem, non quia gravitate careat, sed quia minorem habet gravitatem quam habeat aer; aerem vero eodem modo leviorem aqua dicimus.

Dominicus. At quaeso, si ponis gravitatem in igne, qua ratione tueberis ignem non descendere, cum gravia sint

illa quae deorsum feruntur? ab omnibus tamen ignem descendere impossibile existimatur, etiam si illi submoveretur aer.

ALEXANDER. Ah, ah! novae chymerae, nova figmenta. Ea deorsum feruntur quae medio per quod ferri debent sunt graviora; at ignis non est aere gravior, et ideo non potest deorsum ferri; at si submoveretur illi aer, ita ut vacuum sub igne relinqueretur, cui dubium est ignem in locum aeris descensurum esse? Nam cum in vacuo nihil sit, id quod est aliquid gravius est nihilo: cum igitur ignis sit aliquid, dubio procul descenderet sub nihilo; a natura enim constitutum est graviora sub levioribus manere. Nec tamen credas ignem descensurum ad replendum vacuum; nam cum descenderet relinqueret vacuum sub concavo lunae; ad quod replendum non amplius ascendere posset, cum graviora super leviora non ascendant.

DOMINICUS. Sed si asseris elementum aeris, sicut etiam et ignis et aquae, omnia gravia esse, quomodo possumus nos pondus aeris substinere, sicut etiam sub aqua natantes vastissimam aquae molem, a qua nil gravari sentimus?

ALEXANDER. Facillima est hujus dubii solutio, et ex his quae supra demonstravimus pendens; solutiones autem aliorum non admodum satisfaciunt. Dicunt enim aliqui (1), pisces et homines in aqua esse sicut mus in muro, ubi late-

aqua affluet? quod quidem apertissimum est indicium aquam super pisces insistere.

Alii autem dixerunt, elementa in proprio loco neque gravia neque levia esse, et ideo natantes in aqua, ab ea non gravari. Qui autem ita dicunt nondum solvunt dubitationem; namque primum demonstrandum erit hoc quod supponunt, nempe elementa in proprio loco neque gravia esse neque levia: quod si sic sit, cur dicunt postea aerem esse magis gravem quam levem? quod si tueri velint, quanam ratione defendent aquam non esse gravissimam? Deinde etiam si hoc concedatur, nondum tamen solvitur dubium. Si enim elementa in proprio loco non sunt neque gravia neque levia, peto ab eis quis sit proprius aquae locus? respondent (ut arbitror) sub aere. Sed si ascendamus in altissimam turrim in cujus summitate sit balneus, in eo existentibus idem accidet quod si in mare intraremus; ab aqua enim non gravabimur, licet ea habens sub se aerem, extra proprium locum sit. Totus itaque illorum error inde manavit, quia de medii gravitate, per quod gravia ferri debent, rationem non habuerunt, sed solummodo de propria mobilium gravitate vel levitate. Sed ut tuo quaesito satisfaciam, solutionem meam attende.

Tunc dicimur gravari quando super nos incumbit aliquod pondus, quod sua gravitate deorsum tendit; nobis autem opus est nostra vi resistere ne amplius descendat. Illud autem resistere est quod gravari appellamus. At quia demonstratum est, corpora, quae sunt aqua graviora, in aquam demissa descendere, et esse in aqua gravia quidem, attamen minus gravia quam in aere, quoniam est gravitas molis aquae aequalis moli illius corporis; leviora autem aqua, ostensa sunt, vi sub aquam impulsa, sursum attolli tanta vi, quanto moles aquae, aequalis moli illius corporis in aere, gravior est eodem corpore; quae autem sunt aeque gravia ac aqua, demonstrata sunt in aqua submersa neque sursum neque deor-

sum ferri, sed ibi manere ubi collocantur, si tamen tota fuerint sub aqua; ex hoc patet quod si nobis sub aqua existentibus incumbat aliquod corpus aqua gravius, gravabimur quidem, sed minus quam si essemus in aere; quia lapis in aqua est minus gravis quam in aere. Si vero nobis in aqua manentibus corpus aqua levius alligatum fuerit, nedum gravabimur, verum etiam attollemur ab illo, ut patet in natantibus cum cucurbita, cum alioquin in aere existentibus a cucurbita gravemur; et hoc quia cucurbita sub aquam impulsa fertur sursum et allevat, in aere vero fertur deorsum et gravat. Si autem in aqua existentibus aliquod corpus aeque grave ac aqua nobis immineat, neque ab illo gravabimur neque attollemur, quia neque sursum neque deorsum ferretur tale corpus: at non invenitur corpus quod magis aquae in gravitate vel levitate aequetur, quam ipsamet aqua; non ergo est mirum si aqua in aqua non descendat et gravet, nec ascendat et attollat: diximus autem gravari esse resistere nostra vi corpori deorsum petenti; et eadem prorsus ratio de aere habenda est.

Dominicus. Oh pulcrum inventum! certissima et verissima solutio! Tu sermonibus tuis adeo nebulas omnes inscitiae praeripuisti, ut nullum amplius de hisce rebus dubitationi locum reliqueris. At quid de problematibus meis?

Alexander. Ex animadversionibus his, quae circa media, mobilia et motus posuimus, unius tantummodo problematis tui solutio manifeste apparet; ceterorum vero explicationes, cum ex constitutis animadversionibus, tum ex constituendis, mox innotescent. Ad problema igitur cur idem mobile citius in aere quam in aqua descendat, patet responsio; inter gravitatem enim mobilis et gravitatem aeris major est proportio, quam inter ejusdem mobilis gravitatem et gravitatem aquae; aqua enim gravior est quam aer: ex quo sequitur, idem mobile majori vi descendere in aere quam in aqua.

Dominicus. Hujus solutionem prius optime perceperam ex tuis constitutis et demonstratis animadversionibus. Sed quoad quaesitum de puncto reflexionis motus....

Alexander. Ante quam ad meae de hoc sententiae explicationen deveniam, sunt nonnulla inspicienda. Primo itaque, posito hoc, ut supra satis comprobavimus, mobile, dum motu praeternaturali movetur, moveri a virtute impressa a movente, supponatur idem mobile ab aequalibus virtutibus projectum per lineas rectas aequales cum orizonte angulos continentes, semper per aequalia spatia moveri. Supponatur, secundo, mobile a virtute impressa finita motum per spatium infinitum motu violento moveri non posse: (his autem positis demonstratur, virtutem impressam a motore successive in motu violento debilitari, nec posse assignari in eodem motu duo puncta in quibus eadem fuerit virtus impellens. Sit enim linea AB (1) super quam fiat motus violentus ex A in B a virtute finita, et quia talis motus, ex positione, non potest esse infinitus, terminetur in puncto B, nec ulterius moveatur mobile. Dico itaque, virtutem impellentem semper in tali motu debilitari, nec posse assignari in linea AB duo puncta in quibus eiusdem roboris sit virtus impellens. Nam, si fieri potest, esto duo puncta C, D, et virtus in D non sit debilior quam in C: erit ergo aut eadem aut fortior; sit primo eadem. Quia itaque mobile est idem, virtus autem impellens eadem in D et in C, linea autem supra quam fit motus cum sit eadem, idem angulum continet cum orizonte. Ergo mobile per aequalia spatia movebitur ex punctis C et D; at ex C movetur usque ad B, ergo ex D movebitur supra B, quod est absurdum; positum est enim non ulterius quam B moveri; et majus absurdum sequeretur si diceremus, virtutem in D esse majorem quam in C). Supponatur, tertio, mobile non moveri motu violento, nisi virtus impellens sit major resistentia propriae gravitatis ejusdem mobilis; si vero major

(1) Tab. I, Fig. 6.

fuerit resistens gravitas quam vis impellens, tunc mobile non amplius moveri motu violento, sed ad naturalem se convertere: ex quo aperte sequitur, dum corpus quiescit, tunc propriam gravitatem aequari virtuti impellenti; si enim major esset gravitas, tunc corpus descenderet; si vero major esset vis impellens, tunc corpus motu violento moveretur: ex quo manifestum est, tamdiu mobile quiescere quamdiu manet aequalitas inter gravitatem resistentem et virtutem impellentem. Supponatur, quarto, idem corpus grave ab aequalibus virtutibus per aequalia temporis spatia substineri. Si itaque in motu AB assignari non possunt duo puncta in quibus aequalis fuerit virtus impellens, patet quod nec in tempore, in quo fit talis motus, poterunt assignari duo momenta in quibus aequalis fuerit virtus impellens. His positis et demonstratis, sequitur necessario in puncto reflexionis non dari quietem; namque si datur quies, quae aliquod temporis spatium duret, dabitur etiam aequalitas inter gravitatem mobilis et virtutem impellentem per aliquod spatium temporis durans. At demonstratum est, virtutem impellentem semper et successive remitti; impossibile est ergo ut per aliquod temporis spatium in statu aequalitatis virtus cum gravitate mobilis maneat; et ob id impossibile est ut mobile per aliquod spatium temporis quiescat. Hoc autem clarius ex ista demonstratione apparebit, descripta eadem figura quae supra. Nam, si quando mobile est in B, per aliquod temporis spatium quiescit, sit tale tempus cujus extrema momenta sint CD: si ergo mobile quiescit tempus CD, ergo virtus impellens aequalis est gravitati mobilis per totum tempus CD. Sed gravitas mobilis semper est eadem, ergo virtus in momento C est aequalis virtuti in D; ergo mobile per aequalia temporis spatia a virtutibus aequalibus substinebitur. Sed virtus in momento C substinet per CD spatium temporis, ergo virtus in momento D substinebit idem corpus per spatium temporis aequale spatio CD.

Quiescet igitur mobile per duplum temporis CD, quod est inconveniens, nam ponebatur quiescens per spatium CD. Eadem vero argumentandi ratione servata, demonstrabitur etiam, mobile in puncto B semper quiescere, cum tamen ponatur se convertens ad motum naturalem.

DOMINICUS. Non possum non fateri, demonstrationes istas necessario concludere, cum ex principiis manifestissimis et certissimis, quae nullo modo negari possint, pendeant. Attamen adhuc nescio quid mentem perturbat; nam si ponis aliquando virtutem impellentem aequari gravitati resistenti, quomodo etiam non pones aliquod corpus quiescere?

ALEXANDER. Dubitationem hanc facile erit removere. Aliud enim est dicere mobilis gravitatem aliquando ad aequalitatem cum vi impellente devenire, aliud vero eam in tali aequalitate per temporis spatium commorari; hoc autem exemplo manifestabitur. Nam cum mobile movetur eo quod (ut demonstratum est) virtus impellens semper remittitur, gravitas vero semper eadem manet, sequitur necessario ut antequam ad proportionem aequalitatis pervenerint, innumerae aliae proportiones intercedant; attamen vim et gravitatem in aliqua istarum proportione per aliquod tempus manere est impossibile, cum demonstratum sit numquam virtutem impellentem per aliquod temporis spatium in eodem statu manere, cum semper remittatur; verum itaque est, vim et gravitatem per proportionem v. g. duplam, sesquealteram, sesquetertiam, et alias innumeras, transire. Quod autem in una earum proportione per aliquod tempus maneant, hoc falsissimum est; sicut etiam si intelligamus aliquod mobile per superficiem aliquam moveri, tunc illud omnes superficiei lineas tanget, et per eas transibit; quod autem in aliqua earum per aliquod temporis spatium maneat est falsum, cum nunquam quiescat, sed amplius moveatur. Pari etiam ratione verum est, vim et gravitatem aliquando pervenire ad aequalitatis proportionem, sicut et ad innumeras

alias, nec tamen sequitur ob id in tali proportione quiescere, et per aliquod temporis spatium commorari, sicut nec in aliis proportionibus (1).

DOMINICUS. Jam omnis sublata est dubitatio, et cogor demonstrationibus tuis annuere; sed quoad argumentationem Aristotelis?

ALEXANDER. Potissima erat Aristotelis argumentatio; haec dicebat enim: si in puncto reflexionis non datur quies, sequetur duos contrarios motus esse continuos, et ob id unum tantum, cum unus eorum sit terminus; quod quidem absurdum esset. At ad hoc respondetur tales motus esse contiguos, non autem continuos, ex quo nullus sequitur error, et inter terminum motus sursum et terminum motus deorsum nihil intercedere, talis namque contiguorum, ex ipsomet Aristotele, est natura. Sed aliquis adhuc nonnunquam

(1) È qui da osservarsi che l'opposizione di Galileo non risponde perfettamente alla proposizione di Aristotile, il quale parla di *quiete in modo assoluto*; e un istante incommensurabile di quiete risulta veramente anche dalle premesse di Galileo. Infatti, se un corpo è in quiete, secondo ch'egli dice, quando le due forze opposte che lo sollecitano si fanno equilibrio (*manifestum est, tamdiu mobile quiescere quamdiu manet aequalitas inter gravitatem resistentem et virtutem impellentem* — pag. 34); e se equilibrio dee aver luogo necessariamente nel caso nostro in un istante determinato ed unico (*verum est, vim et gravitatem aliquando pervenire ad aequalitatis proportionem* — pag. 35 in fine), ne consegue che in quell'istante esisterà quiete: e a questo istante possiamo intendere avere appellato Aristotile. Se non che Galileo, dominato dal concetto della pratica applicazione, nega la qualità di *quiete* a quell'istante dell'equilibrio appunto perchè istante, e non tempo commensurabile, chiamando *quiete* quella soltanto che ha luogo *per aliquod spatium temporis*.

Del resto, questo è subbietto che attiene alle alte ragioni filosofiche del tempo, del moto e dello spazio, sì debolmente ancora escogitate, e nel difficile studio delle quali versa l'acuto e nobile intelletto del Matematico ed Astronomo delle Scuole Pie di Firenze, il Padre Giovanni Antonelli; il quale non ci vorrà sapere malgrado di questa indiscrezione, da noi commessa a solo fine di aggiungere un nuovo stimolo all'interno e potentissimo, che già lo anima ad un intento, che a buon dritto auguriamo dever tornare a grande onore della scienza e dell'Italia.

obsistit ex sententia ipsius Aristotelis dicens, aerem etiam esse in causa, cur grave in puncto reflexionis quiescat; cum enim mobile in tali puncto valde sit debilitatum, ab aere resistentiam patitur, qui motui ejus resistit. Ad hoc autem dico, meas non esse partes respondere, quia quamvis in puncto reflexionis, talem ob causam tantum, quies contingeret, non tamen ob id dicendum esset in puncto dicto necessariam esse quietem; haec causa esset per accidens: quod si Aristoteles existimasset contrarios motus hoc a natura contrariorum habere ut simul coniungi possent, et ideo, quod ex eorum natura esset, quod in puncto reflexionis intercedente non requireretur quies, utique dixisset absolute in puncto reflexionis non dari quietem; quod si deinde per aeris intercessionem atque resistentiam quies contingeret, hanc inter causas per accidens reposuisset, et cum de contrariorum motuum natura disputasset, omnino praeteriisset; attamen et ne fortasse crederet quis, hanc ob causam vere in puncto reflexionis quietem contingere, eam omnino de medio tollendam esse statui, declarando quod nec per accidens requiratur quies: 1.° namque in contrarium esset adversariorum inconstantia, qui, prout opus illis est, dicunt, motum juvari a medio, eumdemque a medio impediri, quia nempe medium obstat: at si medium juvat motum, quomodo in puncto reflexionis illum destruit? 2.° sicut se habet motus ad motum, ita resistentia medii ad resistentiam, ita ut quo magis motus fuerit velox et concitatus, magis medium resistet, cum citius sit scindendum; ergo a commutata proportione, motus semper eodem se habebit modo ad medii resistentiam, ita ut quo tardior fuerit motus, eo minor erit resistentia. Itaque cum in puncto reflexionis tardissimus sit motus, minima quoque erit medii resistentia; et sicut celerrimus motus maximam resistentiam vincit, ita et minimus motus resistentiam superabit minimam, cum motus ad resistentiam semper eodem se habeat modo. 3.° attendas, quaeso, quam infirmus sit adversario-

rum argumentandi modus, eo quod dum motum tollere conantur, eundem necessario supponunt. Namque aut aer resistit mobili dum quiescit, aut dum movetur: non utique dum quiescit, cum enim resistere, ipsi aeri sit quoddam pati; aer nil profecto patitur a quiescente corpore, sed a corpore quod movetur; ergo aer non resistet motui nisi dum fit motus. Si enim aer resisteret, et resisteret ante motum, motus utique fieret nunquam; quapropter dicendum est aerem resistere dum mobile movetur. Necessario igitur sequitur ut qui dicunt in puncto reflexionis medium resistere mobili, mobile in motu existens supponant, et ita dum conantur tollere motum, eundem concedant: quo quid ineptius? Possem etiam ex ejusdem Aristòtelis sententia argumenta efformare, qui profecto ponit non fieri posse motum absque medii resistentia, ita ut in vacuo negat motum, cum ibi nulla sit resistentia medii, dicens: si esset vacuum, motus certe fieret in ipso instantaneus: at quia alia est mea opinio, allatis argumentis contentus ero.

Dominicus. Satis superque sententia tua de motu in puncto reflexionis, tum demonstrationibus, tum ex rejectione argumentorum in contrarium, est confirmata: sed postquam cum de vacuo verba fecisti, de eodem aliquid dicere ne graveris

Alexander. De vacuo plura in medium afferre possem, quae tamen omittam, ne talis disputatio a nostro fine nos averteret, et id tantum adferam quod ex superioribus pendet. Dico itaque quod in vacuo motus non fieret in instanti; quod ex his quae demonstrata sunt innotescit. Ostensum est enim, earum quae moventur, tantam esse celeritatem, quanta est gravitas, qua excedunt medium per quod moventur, ut si sit mobilis moles ipsa A (1), moles autem medii B, per quod ferri debet, aequaetur moli A, gravitas au-

(1) Tav. I, Fig. [illegible]

tem A sit 8, gravitas vero B sit ut 3, velocitas profecto qua descendet A erit ut 5: quod si gravitas B esset 2, velocitas A esset 6: si vero gravitas B esset 1, velocitas A esset 7: quod si gravitas B esset nulla, velocitas A esset 8, non autem infinita; gravitas enim A excedit gravitatem, quae nulla est, per totam gravitatem suam, quae est finita; sed qualis est gravitas excedens, talis est motus celeritas; gravitas autem est finita, ergo et velocitas motus erit terminata, non autem infinita. Itaque tunc esset velocitas infinita et instantanea quando gravitas esset infinita, et tunc, tam in vacuo quam in pleno, motus esset instantaneus; in pleno tamen penetrabili, et non infinitae resistentiae (1). Itaque jure optimo dicemus, gravitatem infinitam, quocumque moveatur, in instanti moveri, gravitatem vero finitam quoquo loci finita celeritate cieri. Quapropter sicut qui contra nos ita argumentantur: in vacuo si fieret motus fieret in instanti, sed motus non fit in istanti, ergo in vacuo non fieret motus; ita et nos modo converso sic ratiocinabimur: in vacuo si motus contingeret, non utique fieret in instanti; sed motus contingit dummodo in tempore fiat, ergo in vacuo fiet motus. Ex quo etiam colligi potest, medium non juvare motum, sed eundem prorsus impedire, cum ubi medium non esset, concitatior motus fieret. Secundo, libet etiam ex eorumdemmet adversariorum argumento, quo vacuum dari tollere conantur, id ipsum elicere, nempe in vacuo motum fieri in tempore. Dicunt enim ipsi quod si accipias duos lapides exactissime expolitos, quorum superficies ita congruant inter se aptate, ut nihil diversi generis inter ipsas relinquatur, tunc si conareris eas ab invicem separare, ita tamen ut semper

(1) Questa conclusione è maravigliosa! In essa è lucidamente dichiarato e francamente professato il *principio infinitesimale*. Chi può dire di quanto avrebbe Galileo preoccupato il campo di Newton e di Leibnizio se così presto e per sì lungo tempo non fosse stato distratto da questi primi e più diletti suoi studi!

aequidistent, te operam perditurum; natura enim vacuum, quod aliquando inter ipsas relinqueretur, nimium horret: ex quo colligunt, vacuum non dari posse. At si hoc verum est, uti certe verissimum extat, tunc sic arguo: lapides non possunt separari; ergo motus in instanti non fit in vacuo. Nam si lapides non possunt separari, ne quis locus vacuus relinquatur, jam separari poterunt cum vacuum non relinquatur; nam, aer circumfluens in vacuo in instanti advolabit, et ita vacuus numquam erit locus. Attamen quia lapides adhuc non disseparantur, signum est quod per aliquod tempus inter eas relinqueretur vacuum; quod quidem vacuum, ex eo quod per aliquod temporis spatium duraret, satis superque demonstrat in se non instantaneum fieri motum sed successivum. Haec autem de vacuo veluti per transennam dicta velim, cum praesertim ad primum nostrum intentum non conferant.

DOMINICUS. Et haec quoque audire gratissimum fuit, cum, me judice, veritatem assequantur. In hoc itaque disserendo diutius commorari, quaeso, ne graveris. Hoc enim quod petam, abs te audire cupio. Si igitur vera est tua opinio, ut demonstrationes tuae confirmare videntur, falsa necessario erit opinio contraria, ex quo necessario sequitur in aliquem errorem impegisse Aristotelem, cum contrarium demonstrare contenderet, quod sane fecit IV phisicor.: at quia demonstratione quasi geometrica est usus, miror quidem in ea captiones inesse; quapropter te etiam atque etiam rogatum velim ut ejus fallaciam detegas.

ALEXANDER. Si Aristotelis demonstrationem exacte examinare velimus, longior fiet sermo, et primum nostrum intentum transcendens; sed postquam lubet, illius captiones adaperiam, quae ut lucidius appareant, ipsius demonstrationem in medium adferam. Praemittit itaque primo haec, tarditatem et celeritatem motus ex duplici causa pendere, nempe aut ex ipso mobili aut ex ipso medio; ex ipso quidem mobili, nam

mobile gravius per idem medium citius quam minus grave movebitur. Ratione autem medii dupliciter inquit contingere tarditatem aut celeritatem; semel quidem eodem medio spectato, seu manente, seu in contrarias, sive in easdem cum mobili partes irruente; velocior enim erit ejusdem mobilis motus si ad easdem feratur partes medium, quam si maneat, et si maneat, quam si ad contrarias moveatur. Secundo, diversis acceptis mediis, mobile per id quod subtilius erit citius quam per crassius movebitur, ut per aerem quam per aquam. His primo notatis, quia videbat idem pondus per subtiliora media citius ferri quam per crassiora, supposuit, secundo, eandem proportionem servare velocitatem motus ad alterius motus velocitatem, quam medii unius subtilitas ad alterius medii subtilitatem. His autem constitutis, ad demonstrationem se convertens, ita est argumentatus: Transeat mobile O medium B in tempore C (1): medium autem subtilius ipso, nempe D, transeat in tempore E: manifestum est sicut crassities B ad crassitiem D, ita se habere tempus C ad tempus E. Sit deinde F vacuum, et mobile O, si fieri possit, transeat ipsum F in tempore G: habebit igitur eandem rationem vacuum ad plenum, quam habet G ad E. Intelligatur deinde aliud medium subtilius ipso D, ad cujus crassitiem ipsius D crassities eam habeat proportionem, quam tempus E ad tempus G. Tunc ex his quae constituta sunt, mobile O per medium nunc inventum movebitur in tempore G, cum medium D ad medium nunc inventum eandem habeat proportionem, quam E tempus ad tempus G. Sed in eodem tempore G, movetur O etiam per vacuum F; ergo O eodem tempore movebitur per duo spatia aequalia, quorum unum sit plenum, alterum vero sit vacuum: quod quidem est inconveniens. Haec est Aristotelis demonstratio, quae quidem optime et necessario conclusisset quoad formam demonstrationis, si ea quae assumpsit demonstrasset Aristoteles, aut si

(1) Tab. I, Fig. 7.

non demonstrata, fuissent saltem vera ; sed in hoc deceptus est (meo tamen judicio) Aristoteles, quod ea tamquam nota axiomata assumpsit, quae non solum non sunt sensui nota, verum nec unquam demonstrata, nec etiam demonstrabilia, cum prorsus falsa existant ; quod ut luce clarius appareat, singulas illius ypotheses examinabimus.

Primo itaque supponit celeritatis et tarditatis motus causam esse subtilitatem aut crassitiem medii per quod fit motus: quae quidem positio falsa est tum ex demonstratis supra, ubi gravitatem medii, non crassitiem aut subtilitatem, motus tarditatis aut celeritatis causam esse ostensum est, tum etiam ex his quae nunc addemus. Namque, amabo, si subtilitas medii est causa motus celeritatis, profecto in subtiliori medio velocior fiet motus: nunc, ex ipsomet Aristotele, aer subtilior est aqua, attamen nonnulla velocius moventur in aqua quam in aere, ut si v. g. accipiamus vexicam inflatam, haec in aere tardius motu naturali movebitur quam in aqua ; si enim in aquae profundo vi comprimeretur et alligaretur, tunc vinculis solutis citissime sursum advolaret vexica. Quod si adhuc levius quoddam acciperemus corpus, id in aere tardius, in aqua vero velocius moveretur, ita ut devenire possemus ad aliquod, quod in aere vix moveretur, in aqua vero citissime. Quin etiam hoc addam ; si enim intelliga-

esset si duo verba, etiam si nihil ad rem facientia, in medium afferrent; subjungerent enim paulo post: satis superque abunde superius talis opinio confutata est, et similia verba ampullata, quibus solis sibi ipsis, et audientibus se imperitioribus, opiniones suas persuadent: istis, si argumenta mea audirent, et responderent meas rationes non concludere, quia mox loquor de motu sursum mox de deorsum, quod est contra Aristotelis intentionem, aut similia verba nullius roboris in medium afferrent; istis, inquam, satis superque opinio mea confutata videretur: at de his hactenus: satis mihi sit talem illis responsionem praeripuisse, cum adderem secundum exemplum, in quo de uno tantum motu loquitur. Concludendum itaque est, falsum omnino illud esse, quod scilicet tarditas aut celeritas motus ex crassitie aut subtilitate medii proveniat.

Secundo, tanquam notum assumpsit Aristoteles, eandem habere proportionem motus velocitatem ad alterius motus velocitatem, quam habet subtilitas medii ad alterius medii subtilitatem: hoc autem non demonstravit Aristoteles, et dextre quidem hoc aufugit: frustra enim laborasset, cum indemonstrabile sit, et nedum indemonstrabile, verum etiam falsum. Nam etiam si concedatur subtilitatem esse causam celeritatis, sequetur quidem ut in majori subtilitate major erit celeritas, non tamen adhuc sequetur secundum eandem proportionem augeri celeritates et subtilitates; et, ut secundum Aristotelem loquar, subtilitas aeris ad subtilitatem aquae nullam haberet proportionem; nam v. g. lignum in aere descendit, in aqua vero non; quare celeritas in aere ad celeritatem in aqua nullam habebit proportionem. Quod quidem ut luce clarior appareat, primo quidem demonstratione omnino simili illi, qua contendebat Aristoteles demonstrare motum in vacuo contingere in instanti, ostendam motus non servare inter se, quoad velocitatem, proportionem subtilitatum mediorum; deinde etiam ostendam quam proportionem ser-

vent, ut apertius veritas innotescat. Si igitur, ut ipse dicebat, velocitas ad velocitatem eam habet proportionem quam subtilitas medii ad alterius medii subtilitatem, esto mobile quidem O (1): duo autem media sint A, B, quorum A sit v. g. aqua, B vero aer. Subtilitas autem aeris, quae sit 8, sit major subtilitate aquae, quae sit 2, et mobile non descendat in aqua sed supernatet; in aere vero sit illius celeritas ut 4, et fiat sicut subtilitas B aeris, quae est 8, ad subtilitatem A aquae, quae est 2, ita celeritas in aere, quae posita est 4, ad aliam celeritatem, quae profecto non erit nulla, sed erit 1. Quia itaque mobile O in subtilitate B movetur cum 4 celeritatis, sicut autem subtilitas B ad subtilitatem A, ita celeritas ut 4 ad celeritatem ut 1; manifestum est ergo quod celeritas mobilis O in subtilitate A erit ut 1: posita tamen fuit esse nulla, quod quidem est inconveniens: quare non erit ut subtilitas ad subtilitatem, ita velocitas ad velocitatem, ut posuit Aristoteles.

Sed libet quoque aliam adferre demonstrationem: sint enim eadem ut supra (2), et subtilitas B sit ut 16, subtilitas vero A sit ut 4, et mobile O non moveatur in A, sed supernatet; ejusdem vero mobilis in B medio celeritas sit ut 8: sit rursus alia velocitas, quae sit ut 1: ut autem celeritas 8 ad celeritatem 1, ita se habeat subtilitas B ad

igitur O movebitur quidem per medium crassius, per subtilius vero minime, quod est absurdissimum, et omnino indignum Aristotele. Patet ergo motuum velocitates non servare inter se subtilitatum mediorum proportiones; sed ut quasnam servent proportiones innotescat, accipiamus veram causam tarditatis atque celeritatis motus ejusdem mobilis, quam supra demonstravimus esse medii levitatem aut gravitatem respectu mobilis. Et sit mobile O (1), medium autem C sit in duplo levius medio B; non utique tempus in quo O movetur per B erit duplum temporis in quo movetur per C: hoc est celeritas in C non erit dupla celeritatis in B. Sit enim tempus in quo O movetur per B ipsum D, et tempus quo O movetur per C sit E: et quia celeritas O in B spatio tanta erit quantus est excessus in quo gravitas O excedit gravitatem B, ut supra demonstratum est; si gravitas O sit 20, gravitas vero B sit 8, erit utique celeritas D 12: sed eandem ob causam, si gravitas C sit 4, erit celeritas E ut 16; celeritas ergo E non erit dupla celeritatis D; quare cum spatia B, C sint aequalia in longitudine, non erit tempus D duplum temporis E. Patet ergo quod velocitas in medio C non est tanta quantam esse volebat Aristoteles, sed multo minor; nam ex illius sententia velocitas E debuit esse, respectu velocitatis D, 24: est autem 16. Manifestum est igitur quod quo quidem levius erit medium, eo velocior erit motus proveniens ex gravitate; sed quia sub minori proportione semper respicit velocitas velocitatem, quam raritas raritatem, sequitur quod quando raritas pleni respexerit raritatem vacui secundum maximam omnium proportionum, non tamen velocitas in pleno ad velocitatem in vacuo eam debere proportionem retinere, ut falso ratus est Aristoteles. Ex his etiam, quae supra posita sunt, sequitur, quod celeritas ad celeritatem semper servet aritmeticé

(1) Tab. I, Fig. 10.

proportionem levitatis medii ad alterius medii, non tamen geometrice. Si enim rursus gravitas C sit 2, ita ut ipsius levitas sit quadrupla levitatis B, celeritas E non erit profecto quadrupla celeritatis D, sed sesquealtera erit, namque celeritas E ut 18: attamen eandem aritmeticam habebit proportionem quam C ad B, cum excessus sint aequales, nempe 6. Quod si rursus gravitas C sit 1, ut C levitas sit octupla gravitatis B, non erit profecto celeritas E octupla celeritatis D, sed longe minor quam octupla, nempe super septem partiens 12: erit enim celeritas E ut 19, et erit eadem aritmetica proportio, quae est levitatis ad levitatem, cum idem sit excessus, nempe 7. Quod si nulla sit gravitas C, ita ut nullam habeat proportionem C levitas ad levitatem B., erit E celeritas ut 20, eandem proportionem aritmeticam habens ad D quam 8 ad 0; celeritatis enim 20 supra celeritatem 12 idem est excessus, quo 8 excedit 0, nempe 8. Et sic, contra id quod dicit Aristoteles, non inconveniens est, numerum ad numerum eandem habere proportionem, quam numerus ad nihil: si tamen loquamur de proportione aritmetica, 20 ad 12 eam habet proportionem, quam 8 ad 0; excessus enim 20 supra 12 est idem cum excessu 8 supra 0.

DOMINICUS. Oh subtile inventum, oh pulcherrimum excogitatum! Sileant profecto, sileant qui philosophiam consequi posse autumant absque divinae mathematicae cognitione. Ecquis unquam negabit hac sola duce verum a falso dignosci posse, huius auxilio ingenii acumen excitari, hoc denique duce quicquid inter mortales vere scitur percipi et intelligi posse?

ALEXANDER. Audias quaeso. Aristoteles ex ypothesibus suis secundum argumentum hauriebat, nempe quod si in vacuo motus fieret in tempore, eadem cum celeritate moverentur leviora ac graviora, cum tam levioribus quam gravioribus nulla esset medii resistentia; quod tamen est inconveniens. In quo argumento similiter deceptus est Ari-

stoteles, eo quod posuerit celeritatem et tarditatem motus ex medii tantum resistentia oriri, cum tamen ex gravitate vel levitate medii et mobilis totum negotium pendeat. Dico itaque quod in vacuo graviora citius descenderent quam leviora, quia excessus graviorum supra medium major esset excessu leviorum.

Neque etiam verum est quod Aristoteles dixit de proportione motuum respectu mobilium gravitatum; quod scilicet celeritas ad celeritatem eandem habeat proportionem in eodem medio quam habet gravitas ad gravitatem: ut si v. g. A esset duplo gravius ipso B, celeritas etiam ipsius A esset dupla celeritatis B. Nam eodem modo quo supra demonstrabimus hoc; si enim gravitas A sit 4, gravitas vero B sit 2, et A in medio aquae descendat, et sit ejus celeritas 2, B vero non descendat; tunc aperte constat quod celeritas A non erit dupla celeritatis B, cum B non moveatur. Sed hic quoque aritmetica servabitur proportio inter celeritates, hoc est secundum excessum gravitatum supra gravitatem medii; ut si A sit 4, B vero 2, medium autem 1 in gravitate, tunc celeritas A erit 3 respectu celeritatis B, quae erit 1. Quapropter, ut in summa dicam, tarditas et velocitas omnis motus deorsum provenit ex propria mobilium gravitate; quae deinde gravitas, quia a mediorum gravitate minor fit, hinc est quod debilior fit motus: si vero et medii fuerit tanta gravitas quanta est mobilium, tunc eo quod mobilium in tali medio nulla est gravitas, motus fit nullus; quod si rursus major sit medii gravitas, tunc mobilium gravitas respectu medii gravitatis fit levitas, et mobile fertur sursum; quod si medii nulla sit gravitas, tunc mobilia movebuntur per simplicem suam gravitatem, et eam in motu proportionem servabunt quam propriae gravitates inter se habebunt; et ex hoc patet alius gravis error, quod Aristoteles contrario prorsus modo senserit ab eo quod sentiendum erat. Dicebat enim gravia in

pleno eam in suis motibus servare proportionem quam gravitates; in vacuo vero minime, sed omnia eodem tempore moveri: sed e contra in vacuo servabunt proportiones suarum gravitatum, cum excessus supra medium sint totae gravitates mobilium; in pleno vero hanc proportionem non servabunt, ut supra demonstratum est. Sed, ut supra saepius dictum est, oportet ut semper intelligas, atque supponas, ista diversa mobilia de quibus loquimur, differre tantum in gravitate, cum in mole sint aequalia; ne forte ita diceres: sit v. g. mobile A (1), cujus gravitas sit 8; molis autem aquae aequalis moli dicti mobilis sit gravitas 3; manifestum est itaque ex his quae dicta sunt, quod celeritas mobilis dicti erit ut 5. Quod si aliud mobile accipias, quale esset C, cujus quidem moles esset dupla ipsius A, gravitas autem ejus minor quam dupla gravitas A, esset nempe 12, molis autem aquae aequalis ipsi C gravitas esset 6, tunc celeritas C esset ut 6; non tamen dicendum est C velocius descensurum quam A, quia tunc non valeret proportio, cum mobilia differant in mole. Sed si volumus ut ratio valeat, accipiamus dimidium C, ita ut ejus moles aequetur moli A: jam gravitas C erit 6, dimidiae vero aquae gravitas erit 3, ita ut dimidii C velocitas erit 3 respectu velocitatis A, quae erit 5: velocius itaque descendet A quam totum C (totum enim celeritate eadem

plumbi frustum cujus gravitas sit 10 libras, quam plumbi frustum cujus gravitas sit 100 libras (1).

DOMINICUS. Hoc profecto mirabile videtur, et est contra Aristotelis opinionem (2). Arduum enim erit mihi illud credere nisi aliquo modo persuadeas.

ALEXANDER. Ad hoc tibi suadendum satis deberent esse demonstrationes supra allatae, quae etiam si non explicite hoc demonstrent, ex illis tamen pendent; at, si non tibi sufficiunt illae, alias in medium afferam: quem ut ad intentum deveniam, hoc ut mihi concedas abs te peto; nempe quod si fuerint duo mobilia, quorum alter celerius altero moveatur, ista mobilia conjuncta movebuntur celerius quam id solum quod tardius movebatur, tardius vero eo quod celerius movebatur; ut si v. g. mobile A moveatur velocius quam B, dico compositum ex ambobus, A B, tardius descensurum esse quam A solum, citius vero quam B solum, quod quidem luce clarius patet. Cui enim dubium est quod tarditas B retardabit celeritatem A, et e contra, quod celeritas A intendet motum B, et ita fiet motus quidam medius inter celeritatem ipsius A et tarditatem B?.

DOMINICUS. Hoc negare numquam ausus ero.

ALEXANDER. Hoc supposito, si fieri potest, per adversarios, moles magna citius moveatur quam moles parva (sint autem ejusdem materiae), et sit moles quidem magna A, moles vero parva sit B: si ergo B tardius moveatur quam A, ergo, ex his quae supra posita sunt, compositum ex ambobus, AB, tardius movebitur quam A solum: at sunt A, B ejusdem materiae, ergo moles major ejusdem materiae tardius movebitur quam moles minor ejusdem materiae, quod quidem ex diametro illis opponitur, et est contra suppositum. Non est ergo verum quod moles magna citius moveatur quam

(1) *Legitur in margine Codicis:* Et qui de hoc dubitant, dubitabunt etiam parvum lignum videntes natare, an magnum quoque supernatet.

(2) 4 Coeli, t. 26 in fine, et apertissime 3 Coeli, t. 26 et 27.

parva si ejusdem sint materiae, quod in toto progressu IV de Coelo contra antiquos tamquam notum supposuit Aristoteles. Vide ergo quam firmis fundamentis innixus eorum confutaverit opinionem, qui non ponebant (uti vere non est ponendum) simpliciter grave et simpliciter leve, sed tantum levius et gravius in comparatione; et consequenter intueri potes quod habeant robur rationes illius, quibus absolutam gravitatem et levitatem in terra et igne, quinimo et gravitatem aquae et aeris in propriis locis, statuere conatus est. Sed his omissis, ad propositum rediens, dico eamdem etiam in vacuo rationem habendam esse, nempe mobilia quae fuerint ejusdem materiae, licet inaequalia magnitudine, eadem ferri celeritate; quod eodem prorsus modo quo in pleno demonstrabitur.

Dominicus. Ad reliquorum problematum solutionem regredi potes, quam auribus arrectis expecto.

Alexander. Nunc illius problematis meam accipito solutionem, quae ex solis supraposititis innotescere potest: illius nempe in quo causa expetebatur, cur naturalis motus velocior in fine quam in medio, et hic quam in principio existat. Memoria itaque repetendum est quod supra fuit declaratum, nempe mobile, dum motu violento movetur, moveri quousque virtus a motore impressa fuerit major gra-

remittitur ac debilitatur, movens, minorem inveniens resistentiam, celerius movetur: ut si, exempli causa, intelligamus mobile quod ex A in B motu violento moveatur, cujus gravitas sit 4, manifestum est quod virtus, quae ipsum impellit, erit in quolibet puncto AB lineae, a motu violento descriptae, major quam 4; in ipso autem B non erit major quam 4 (si enim esset major, ipsum mobile ultra B ab ea impelleretur), nec etiam erit minor (namque ante B fuisset aequalis; at demonstratum est quod semper fuit major); ergo virtus in B erit aequalis gravitati mobilis, nempe erit 4. Cum ergo mobile recedit a B, virtus quae erat ut 4 incipit remitti, et ob id mobile incipit minorem habere resistentiam suae gravitatis; quae resistentia eo quod continue remittatur, hinc fit quod motus naturalis continue intendatur.

Dominicus. Haec solutio satis superque arridet, attamen videtur tantum locum habere in illo naturali motu cui violentus praecesserit; sed quando quis habens lapidem in manu, quae non sursum impellat, sed tantum derelinquat, in hoc motu, cui non praecessit violentus, quae erit causa intensionis?

Alexander. Isthaec dubitatio mihi quoque in mentem venerat cum problematis explicationem excogitarem; quam cum accuratius intuerer, parvi esse momenti deprehendi. Intensio itaque in utroque motu, tam in eo cui praecessit quies, quam in eo cui motus naturalis praeivit, eandem ob caussam accidit. Nam etiam in motu naturali cui praecessit violentus, mobile recedit a proportione aequalitatis, quae est proportio quietis; quod ut aptius intelligas, attende. Sit mobile O (1), cujus gravitas sit 4: linea autem supra quam fit motus violentus sit OE. Manifestum est itaque quod in mobile O potest imprimi tanta virtus, quae ipsum moveat usque ad R; quae virtus necessario erit major quam 4, quae est gravitas mobilis: potest etiam imprimi virtus, quae illud moveat tantum

(1) Tab. I, Fig. 12.

usque ad T, quae etiam erit major quam 4, et minor ea quae impellebat usque ad R: potest etiam imprimi tanta vis, quae moveat molem usque ad S tantum, quae tamen erit major quam 4, minor autem quam illa quae impellebat usque ad T; et sic in infinitum potest semper imprimi vis, quae per quaecumque minima spatia impellat mobile, attamen virtus illa semper erit major quam 4. Restat ergo ut illa virtus sit 4, quae mobile per nullum spatium motu impellit violento: ex quo patet ut quando mobile O recedit ex manu, recedit cum tanta virtute, quae est ut 4; quae deinde a gravitate successive cum absumatur, motus intensionis est causa. Et hoc quod dixi lucidius etiam apparebit si considerabimus quod quando grave in manu quiescit, cum sua gravitate deorsum premat, oportet quod ab aliquo, nempe a manu, tanta vi sursum impellatur, quanta est sua gravitas deorsum premens; quod nisi ab altera tanta virtute sursum impellente impediretur, deorsum peteret, sursum vero si major erit resistentia: patet igitur quod cum a substinente relinquitur, grave discedit ipsum tanta virtute impressa quanta est propria gravitas; ex quo sequitur etc. . . . .

Dominicus. Haec quae dicis admodum satisfaciunt; attamen adhuc restat nescio quid, quod mentem perturbat. Nam si ex resistentia impressae virtutis accidit tarditas

tas, discedit profecto cum multa virtute impressa, ad quam absumendam non sufficit motus ex altitudine turris: ex quo fit ut per spatium unius turris semper intendatur celeritas. Quod si acciperemus aliquod grave, cujus gravitas non tam longe aeris gravitatem superaret, tunc profecto oculis ipsis cerneremus ipsum, paulo post principium motus, semper uniformiter moveri, existente tamen aere tranquillissimo. Et idem etiam in lapide accidere perspiceremus, si et ex locis altissimis demitteretur, et ita essemus constituti, ut semper eadem sub ratione lineam motus perspiceremus. Namque etiam noster situs impedit quominus motus uniformitatem deprehendamus. Fiat enim motus uniformis ex B in F (1), et sint BC, CD, DE, EF spatia aequalia, oculus autem aspicientis sit in A, et ducantur lineae visuales AB, AC, AD, AE, AF; et quia motus ponitur uniformis, et sunt BC, CD, DE, EF spatia aequalia, transibit ergo mobile per ea in temporibus aequalibus: tempus ergo transitus ex B in C erit aequale tempori transitus ex C in D: motus tamen ex C in D velocior inspicienti apparebit, cum et spacium CD majus appareat spacio BC (sub majori namque angulo spectatur); et ita motus ex D in E velocior apparebit quam quod ex C in D, cum spacium DE majus appareat quam CD, et aequali in tempore transeatur a mobili: et simili ratione, motus ex E in F velocior apparebit motu ex D in E; quare et totus motus BF difformis apparebit, et semper in fine velocior, cum terminus uniformis supponatur. Oportet igitur ad judicandum motus uniformitatem et difformitatem, ut spacium sit adeo amplum, ut in ipso possit mobile virtutem resistentem absumere, et ut oculus ita sit dispositus, ut ab angulorum disparitate minime decipiatur (2).

(1) Tab. I, Fig. 13.

(2) Sebbene la vera causa degli effetti qui considerati, cioè la resistenza dell'aria, non sia esplicitamente avvertita, è ammirabile la sagacia delle osservazioni e delle inferenze per le quali Galileo stabilisce la conversione del

[illegible]. Satis superque pulcherrima tua explicatio a [illegible] est; itaque circa materiam hanc non nisi unum [illegible] mihi restat; et hoc est utrum credas [illegible] demittatur, et a movente aliqua vi [illegible] acceleretur sicut et illud grave, quod, [illegible] a movente nullam vim deorsum impellentem [illegible]

[illegible]. Ex his quae supra posita sunt patet quod [illegible], et ex statu quietis recedens, eo usque in [illegible] quousque virtus impressa resistens adni-[illegible] virtus illa ab externo motore extinguatur, [illegible] in motu accelerabitur: ut v. g. si grave, [illegible] sit 4, a statu quietis discedat, recedet pro-[illegible] 4 resistentiae, quae cum a mobilis gravitate sit [illegible] in principio fiet naturalis motus: quod [illegible] ut 4 ab externo motore absumatur imprimen-[illegible] virtutem, quae deorsum premat ut 4, tunc [illegible] grave non accelerabitur amplius in motu, cum [illegible] a nulla resistente virtute retardetur. At si ab [illegible] virtus imprimatur deorsum impellens, quae [illegible] quam 4, hoc est quam virtus quae impressa erat [illegible] quiesceret, tunc profecto mobile accelerabi-[illegible] aliquid de virtute contraria, quae [illegible] tota ablata fuit. Quod si mobili im-[illegible] pellens major quam 4, tunc velo-[illegible] naturalis motus, nam movebitur motu

[illegible] nella caduta dei gravi, e la costanza del [illegible] qualsivoglia peso.

[illegible] precipua dell'ingegno italiano, fu ma-[illegible] al suo genio, che sino dai primi suoi [illegible] affrontare con quel solo sussidio il vecchio [illegible] la fallacia anche prima ch'egli avesse [illegible] Egli dipinge sè stesso con queste note-[illegible] a pag. 52: *Quod hoc multorum opi-* [illegible] *rationi et experientiae congruat.*

supranaturali, et quod excedit motum requisitum suae propriae gravitatis, ita ut suamet gravitas tunc haberet rationem levitatis, eo quod ipsamet libera et simplex tardius descenderet, quam cum impetu conjuncta: violentiae itaque deorsum impellenti resisteret propria et naturalis tarditas descendentis. Et hoc exemplo manifestabitur, quod unicuique natanti saepius accidit. Constat enim quod homo in aqua existens, si voluerit, tanta est illius gravitas, descendet ad imum usque ipsius aquae, et tunc a propria gravitate tractus, uniformi motu demergetur: quod si ab externo motore quantumvis maxima vi deorsum impellatur, ut si ab excelso loco praecipitetur, in principio quidem in aqua motus erit valde concitatus et supranaturalis, attamen a gravitate propria absoluta, quae tunc respectu gravitatis cum impetu accepto est conjuncta, est veluti levitas, retardabitur motus, et eo usque donec descendens ad naturalem tarditatem devenerit; atque ita, si aqua satis fuerit profunda, non majorem in fundo laesionem patietur, quam si ex aquae summitate proprio naturalique motu descendisset.

Qui cessa il manoscritto di questo Dialogo, senza che da noi possa stabilirsi se veramente Galileo qui si arrestasse, ovvero il seguito sia andato perduto. I quattro Capitoli che succedono, intorno la stessa materia del Moto dei gravi, sono quelli, dei quali abbiamo fatto parola nell'Avvertimento.

[DE PR]OPORTIONIBUS MOTUUM EJUSDEM MOBILIS SUPER DIVERSA PLANA INCLINATA (1).

Quaestio, quam nunc explicaturi sumus, a phylosophis nullis, quod sciam, pertractata est; attamen cum de motu sit, necessario examinanda videtur illis, cui de motu non mancam tractationem tradere profitentur; est autem quaestio non minus necessaria quam elegans et subtilis. Quaeritur enim cur idem mobile grave naturaliter descendens per plana ad planum orizontis inclinata, in illis facilius et celerius movetur, quae cum orizonte angulos recto propinquiores continebunt; et insuper petitur proportio talium motuum in diversis inclinationibus factorum. Hujus quaestionis exitus cum primum exquirere tentassem, visus est non omnino faciles habere explicatus; attamen cum diligentius rem examinarem, ejusque demonstrationem in sua principia resolvere conarer, tandem comperi hujus demonstrationem, sicut et aliorum, quae prima fronte nimis ardua videntur, ex notis et manifestis naturae principiis ortum ducere; quae quidem notiones, tamquam ad illius explicationem necessariae, nunc primum exponemus. Et primo, ut melius omnia intelligantur, quaesitum exemplo declaremus. Sit itaque linea AB (1) ad centrum mundi tendens, quae ad planum orizonti aequidistans sit perpendicularis; in plano autem orizonti eaquidistanti sit linea BC; ex puncto autem B educantur lineae quotcumque, quae cum linea BC angulos acutos contineant, sintque lineae BD, BE: quaeritur igitur cur mobile descendens, citissime descendat per lineam AB, per lineam vero BD citius quam per BE, tardius tamen quam per BA, et per lineam BE tardius quam per BD: quaeritur insuper quanto velocius per BA quam per BD, et

(1) Char. Cod. 94-98. (2) Tab. I, Fig. 14

bic quam per BE, mobile descendat. Ut igitur haec consequi possimus, prius hoc est considerandum, quod etiam supra animadvertimus, scilicet, quod manifestum est, grave deorsum ferri tanta vi quanta esset necessaria ad illud sursum trahendum, hoc est fertur deorsum tanta vi quanta resistit ne ascendat. Si itaque inveniamus quanto minori vi trahitur sursum grave per lineam BD quam per lineam BA, erit jam inventum quanto majori vi descendet idem grave per lineam AB quam per lineam BD; et similiter si inveniamus quanto major vis requiritur ad sursum impellendum mobile per lineam BD quam per BE, erit jam compertum quanto majori vi descendet per BD quam per BE. Sed tunc sciemus quanto minor vis requiratur ad sursum trahendum mobile per BD quam per BE, quando cognoverimus quanto ejusdem mobilis major erit gravitas in plano secundum lineam BD, quam in plano secundum lineam BE; procedamus itaque ad inquisitionem talis gravitatis.

Intelligatur libra CD (1), cujus centrum A, et in puncto C pondus aequale ponderi quod sit in puncto D. Si itaque intelligamus lineam AD, manente puncto A, moveri versus B, in primo puncto D descensus mobilis erit veluti per lineam EF; quare per lineam EF descensus mobilis erit secundum gravitatem mobilis in puncto D. Rursum quando mobile erit in puncto S, in primo puncto S suus descensus erit veluti per lineam GH; quare mobilis per lineam GH motus erit secundum gravitatem, quam habet mobile in puncto S. Et rursus, quando mobile erit in puncto R, tunc illius descensus in primo puncto R erit veluti per lineam TN; quare mobile per lineam TN movebitur secundum gravitatem quam habet in puncto R. Si itaque ostendamus mobile in puncto S minus esse grave quam

(1) Tab. I, Fig. 15.

in puncto D, erit jam manifestum quod illius motus erit tardior per lineam GH quam per EF: quod si rursus ostendamus, in R mobile adhuc minus esse grave quam in puncto S, erit jam manifestum quod tardior erit motus per lineam NT quam per GH. Atque jam manifestum est mobile in puncto R minus gravare quam in puncto S, et in S quam in D; pondus enim in puncto D aequeponderat ponderi in puncto E, cum distantiae CA, AD sint aequales: sed pondus in puncto S non aequeponderat ponderi C, ducta enim linea ex punto S perpendiculari supra CD, pondus in S, respectu ponderis in C, est ac si penderet ex P; sed pondus in P minus gravat quam pondus in C, cum distantia PA sit minor distantia AC: et similiter pondus in R minus gravat quam pondus in S, quod itidem patebit ducta perpendiculari ex R supra AD, quae secabit ipsam AD inter puncta AP; manifestum est igitur quod mobile majori vi descendet per lineam EF quam per lineam GH, et per GH quam per NT. Sed quanto majori vi moveatur per EF quam per GH ita innotescet, extensa scilicet linea AD extra circulum, quae secet lineam GH in puncto Q; et quia tanto facilius descendit mobile per lineam EF quam per GH, quanto gravius est in puncto D quam in puncto S; est autem tanto gravius in puncto D quam in S, quanto longior

monstratio intelligenda est nulla existente accidentali resistentia aut mobilis, aut plani inclinati asperitatis, vel etiam mobilis figurae, sed supponendum est planum esse quodammodo incorporeum, vel saltem exactissime expolitum et durum, ne, dum mobile super planum gravat, inclinaret planum, et quodammodo tamquam in fovea in eo quiesceret: necesse est etiam mobile esse expolitissimum, et figura quae motui non resistat, qualis esset perfecte sphaerica, et item materia durissima, aut fluida ut aqua.

Quae omnia si ita disposita fuerint, quodcumque mobile supra planum orizonti aequidistans a minima vi movebitur, imo et a vi minori quam quaevis alia vis; et hoc, quia videtur satis creditu difficile, demonstrabitur hac demonstratione. Sit itaque (adhibita praecedenti figura), virtus, cujus centrum A, et libra CD mobilis supra centro A, et orizonti aequidistans; a centro vero A ducta sit perpendicularis AB ad mundi centrum tendens, et ex puncto B imaginetur pendens quodcumque pondus: manifestum est jam quod pondus in B, dum movetur versus D, necessario ascendit. Dico igitur quamcumque vim puncto C impositam posse movere pondus in B, et necessario movere. Intelligatur enim aliquod pondus, quantumvis parvum, ex puncto C pendens, et sicut pondus in B ad pondus in C, ita fiat linea CA ad aliam cui aequalis ponatur AX. Si itaque B pendeat ex puncto X, tunc aequeponderabit cum pondere in C, nec alter ab altero movebitur, nec lance inclinabitur: at pondus in B ex A pendens levius est quam pendens ex X, quia non solum centro est propinquius appensum, verum ex ipso centro pendens, necesse est ut pondus in B pendens ex A, a pondere ex C pendens moveatur, et lancea inclinetur ex parte C, et B ascendat: ergo si a quacumque vi quodcumque pondus in B nedum movetur, verum etiam attollitur, quod mirum est ut idem pondus B ab eadem vel minori vi quam sit vis in C, in plano non ascendente moveatur? Amplius, mobile

nullam extrinsecam habens resistentiam, in plano sub orizonte quantulumcumque inclinato naturaliter descendit nulla adhibita vi extrinseca, ut patet in aqua; et idem mobile in plano quantulumcumque super orizontem erecto non nisi violenter ascendit; ergo restat quod in ipso orizonte nec naturaliter nec violenter moveatur. Quod si non violenter movetur, ergo a vi omnium minima moveri poterit, quod etiam demonstrare possumus; nempe quodcumque mobile, nullam extrinsecam resistentiam patiens a vi quae minor sit quacumque vi proposita, in plano, quod nec sursum nec deorsum descendat, moveri posse: ad cujus demonstrationem hoc supponimus, nempe mobile grave quodcumque a minori vi moveri posse per planum aequidistans orizonti quam per planum super orizontem inclinatum. Sit itaque planum orizonti equidistans secundum lineam AB (1), cui ad rectos angulos sit BC, et mobile sit sphaera E. Sit autem quaecumque vis F; dico sphaeram E, nullam extrinsecam aut accidentalem resistentiam habentem, posse per planum AB moveri a minori vi quam sit vis F. Sit vis N, quae potest sursum trahere pondus E, et sicut vis N ad vim F, ita sit AD linea ad lineam DB. Ex his itaque quae supra demonstrata sunt, poterit sphaera sursum trahi per planum AD a vi F; ergo per planum AB a minori vi quam sit F movebitur sphaera E, quod fuit demonstrandum.

Hic autem non me praeterit posse aliquem objicere me ad has demonstrationes, tamquam verum id supponere quod falsum est, nempe suspensa pondera ex lance, cum lance angulos rectos continere, cum tamen pondera ad centrum tendentia concurrerent. His autem responderem, me sub suprahumani Archimedis (quem nunquam absque admiratione nomino) alis memet protegere. Ipse enim hoc idem in sua parabolae quadratura supposuit, et hoc fortasse, ut eo

(1) Tab. I, Fig. 14.

longius alios se excedere ostenderet, quo etiam ex falsis vera haurire posset; nec tamen dubitandum est ipsum concludere falsum, cum conclusionem eandem prius geometrica alia demonstratione probasset: quare autem dicendum est, suspensa pondera vere cum lance rectos continere angulos, aut nihil referre si rectos contineant, sed tantum sufficere ut aequales sint, quod forte probabilius erit; nisi velimus dicere hanc potius esse geometricam licentiam, sicut et idem Archimedes supponit superficies habere gravitatem, et alteram altera graviorem esse, cum tamen revera omni sint expertes gravitate. Et haec quae demonstravimus, ut etiam supra diximus, intelligenda sunt de mobilibus ab omni extrinseca resistentia immunibus; quae quidem cum forte impossibile sit in materia invenire, ne miretur aliquis, de his periculum faciens, si experientia frustretur, et magnam sphaeram, etiam si in plano orizontali, minima vi non posse moveri. Accedit enim, praeter causas jam dictas, etiam haec, scilicet planum non vere posse esse orizonti equidistans; superficies enim terrae sphaerica est, cui non potest aequidistare planum; quare plano in uno tamen puncto sphaeram contingente, si a tali puncto recedamus, necesse est ascendere; quare merito a tali puncto non quacumque minima vi poterit removeri sphaera.

Et ex his quae supra demonstrata sunt facile erit aliquorum problematum solutionem assequi, qualia haec sunt: Primo, datis duobus planis inclinatis, quorum rectus descensus idem sit, invenire proportionem celeritatum ejusdem mobilis. Sit enim rectus descensus AB (1), et planum orizontis sit BD, et sint obliqui descensus AC, AD; quaeritur jam quam proportionem habeat celeritas in CA ad celeritatem in AD; et quia sicut tarditas in AD ad tarditatem in AB, ita est linea DA ad lineam AB, ut supra

(1) Tab. I, Fig. 17.

ostensum est; sicut autem AB linea ad lineam AC, ita tarditas in AB ad tarditatem in AC, erit ex aequali sicut tarditas in AD ad tarditatem in AC, ita DA linea ad lineam AC: quare et sicut celeritas in AC ad celeritatem in AD, ita linea DA ad lineam AC: constat ergo ejusdem mobilis in diversis inclinationibus celeritates esse inter se permutatim, sicut obliquorum descensuum, aequales rectos descensus comprehendentium, longitudines. Rursus possumus plana inclinata invenire, in quibus idem mobile datam in celeritatibus servet proportionem. Sit enim data proportio quam habet linea E ad F (1), et sicut E ad F, ita fiat in praecedenti figura DA ad AC: erit jam absolutum quod quaerebatur. Possunt etiam alia similia problemata resolvi; ut, datis duobus diversi generis mobilibus mole aequalibus, planum ita inclinatum constituere, ut, quod velocius motu recto altero movebatur, in hoc plano eadem velocitate descendat, qua alter motu recto. Sed quia haec et similia ab his, qui quae supra dicta sunt intellexerint, facile inveniri possunt, prudentes omittimus; hoc solum animadvertentes, quod ut saepius diximus, hae demonstrationes supponunt nulla esse extrinseca impedimenta, seu mobilis figurae, seu plani aut mobilis asperitatis, seu medii in contrarias aut in easdem partes moti, seu extrinseci motoris virtutis urgentis aut re-

CONTRA ARISTOTELEM CONCLUDITUR, RECTUM ET CIRCULAREM MOTUM ESSE INTER SE PROPORTIONATOS (1).

Aristoteles parum in geometria fuisse versatum multis in locis suae philosophiae apparet; sed in hoc potissimum ubi asserit, motum circularem motui recto non esse proportionatum, quia scilicet recta linea curvae non est proportionata, aut comparabilis: quod quidem mendacium (indignum enim est nomine opinionis), nedum intima et magis recondita geometriae inventa Aristotelem ignorasse, verum et minima etiam principia hujus scientiae, demonstrat. Namque quomodo dixit rectam et circularem non esse proportionatas, si ad hoc, ut quantitates inter se proportionem habeant, sufficit ut minor possit toties multiplicari ut alteram excedat? An forsan corda arcus longitudinem non excedet? At si excedet, cur dicitur ab Aristotele arcum et cordam non esse proportionatos? Non tamen adhuc desunt qui contendant Aristotelem salvare, dicentes, Aristotelem hoc solum sibi voluisse, nempe curvum et rectum non esse inter se comparabilia; sed isti sunt geometriae longe imperitiores quam Aristoteles, quandoquidem, dum conantur ipsum non errasse ostendere, errorem illi tribuunt longe graviorem etiam illo, a quo ipsum purgatum reddere conantur. Et primo quidem, quonam loci in geometria invenerunt mentionem fieri de proportione aut non proportione curvi et recti; cum proportio non inveniatur nisi ubi majus et minus est, hoc est ubi quantitas est? curvum autem aut rectum quis unquam quantitates dixerit? At quam ineptiam majorem potuisset unquam excogitare Aristoteles, quam dicere curvum et rectum non esse proportionatos aut comparabiles? Esset enim hoc ut si quis diceret trigonum et quadratum non

(1) Char. Cod. 98 a terg.

esse comparabiles, quia trigonus habet tantum tres angulos, quadratum vero quatuor. Sed haec ad quid? cum Aristoteles hoc non voluisset quod ipsi volunt. Dicit enim haec verba, VII Phys. t. 24: — si recta et curva sunt comparabiles, accidit, rectam esse aequalem circulo; sed comparabiles non sunt. — Haec sunt illius verba. Verum ut eos convincam ut nunquam aufugere possint, hoc pacto dicam: non certe negabunt planam superficiem ad aliquam sui partem habere proportionem: quod si sic est, jam habeo intentum. Circulus enim quadrato inscriptus est illius quadrati aliqua pars, ergo quadratum ad circulum habet aliquam proportionem; sed quadratum ad circulum sibi inscriptum est sicut quadrati periferia ad circuli circumferentiam; quare quadrati periferia, quae est ex lineis rectis, ad circuli curvam circumferentiam habet proportionem. Sed quid ulterius progredior? Aristoteles temere dicit: non dari rectam aequalem circuli circumferentiae; quod falsum esse demonstratur a divino Archimede in illa linearum spiralium propositione, ubi circumferentiae circuli circa spiralem primae revolutionis recta linea aequalis invenitur. Neque dicas: hoc latuit Aristotelem quia Archimedes Aristotele est multo recentior. Nam si Aristotelem latuit demonstratio inveniendae rectae curvae aequalis, latuit etiam demonstratio probans non

DE MOTU CIRCULARI QUAERITUR AN SIT NATURALIS AN VIOLENTUS (1).

De motu circulari aliqua dicturi, primo ipsum ita distinguemus: motus circularis vel fit circa mundi centrum, vel extra. Nunc autem videamus an qui fit circa mundi centrum sit violentus nec ne; ut, verbi gratia, si marmorea sphaera esset in mundi centro, ita ut centrum ejus a mundi centro non differret; hujus quaesiti solutionem habebimus, si quid sit naturalis et quid violentus motus declaretur. Motus itaque naturalis est dum mobilia, incedendo, ad loca propria accedunt; violentus vero est dum mobilia, quae moventur, a proprio loco recedunt. Haec cum ita se habeant, manifestum est, sphaeram supra mundi centrum circumvolutam neque naturali, neque violento motu moveri. Cum enim sphaera gravis sit, et gravium locus sit centrum, moveanturque gravia circa suae gravitatis centrum; si jam sphaerae esset centrum gravitatis in centro mundi, in quo dum sphaera circumducitur maneret, manifestum est quod neque naturaliter nec violenter moveretur, cum ad proprium locum nec accederet nec recederet. Ubi animadvertendum est, quod si sphaera esset consimilium partium, ita ut centrum gravitatis et magnitudinis idem esset, tunc illius centrum a centro mundi non differret; quod si dissimilium esset partium, ita ut centrum suae gravitatis a centro magnitudinis differret, tunc centrum gravitatis esset idem cum centro mundi, centrum vero magnitudinis diversus. Sed quomodocumque se haberet, dummodo centrum gravitatis esset idem cum centro mundi, sphaera in centro mundi nec naturaliter, nec violenter circumduceretur; unumquodque enim eorum, quae moventur, secundum gravitatis suae centrum movetur. Hic autem duo quaeri possunt:

Primo, utrum sphaera heterogenearum partium, cujus

(1) Char. Cod. 100.

centrum magnitudinis esset in centro mundi, centrum vero gravitatis a mundi centro distaret, utrum, inquam, talis sphaera violenter moveretur nec ne;

Secundo, si sphaera esset in centro mundi, nec naturaliter nec violenter circumageretur, quaeritur utrum accepto motus principio ab externo motore, perpetuo moveretur nec ne: si enim non praeter naturam movetur, videtur quod perpetuo moveri deberet; sed si non secundum naturam, videtur quod tandem quiescere debeat.

Ad primum itaque redeuntes, dicimus, sphaeram heterogenearum partium, cujus centrum gravitatis a magnitudinis centro differret, praeter naturam quidem et vi ita manere, ut si ejus centrum magnitudinis esset in centro mundi, centrum vero gravitatis distaret, non autem praeter naturam et vi moveri; ut, verbi gratia, sit sphaera, cujus magnitudinis centrum sit A (1), quod a centro mundi non differat; sit autem heterogenea, ut, verbi gratia, si sphaera esset lignea, sed tamen ex parte in qua O esset plumbi frustum; centrum autem gravitatis talis sphaerae esset inter centrum A et O, ut, verbi gratia, in C; manifestum est quod in tali loco non nisi violenter retinebitur. Cum enim gravia appetant centrum, et ad ipsum suae gravitatis centrum moveantur, ergo sphaerae centrum gravitatis C naturaliter ad centrum mundi A moveretur, quare extra illud violenter detinebitur; non tamen extra mundi centrum violenter circumageretur, namque in tali circulatione centrum gravitatis circa mundi centrum circulum describeret, ad ipsum nec accedendo nec recedendo. Quod cum ita sit, nec naturaliter nec violenter circumgirabitur; naturaliter enim, ut supra etiam diximus, tunc moveretur quando in motu ad centrum mundi accederet; violenter vero, si dum movetur ab eodem recederet. Ex quo patet error quorumdam dicentium, si coelo una adderetur stella, coeli motus aut cessa-

(1) Tab. I, Fig. 19.

ret aut tardior evaderet; horum enim neutrum accideret, cum enim, ex eorum etiam sententia, coeli circumvolutio circa mundi centrum fiat, addita stella, aut aliud grave pondus superadditum, nec juvabit nec retardabit motum, cum tale pondus in tali circulatione nec acquirat nec amittat de accessu aut recessu a centro ad quod sua gravitate ferretur. Decipiuntur ergo talia dicentes in hoc, quod, primo, statuunt vim motricis intelligentiae esse ita resistentiae coeli proportionatam, ut ipsum hac qua nunc movetur celeritate movere possit nec majori; quod si additione alicuius stellae augeatur coeli resistentia, tunc, inquiunt, coeli motus ab eadem vi motrice segnior causabitur. Ducuntur autem, meo judicio, ad hoc ita credendum, quia vident apud nos, ut qui magnam rotam movet, si ex altera parte magnum superaddatur pondus, tunc magis laborabit, aut motus tardior evadet; non autem animadvertunt, causam talis effectus esse quia rota movetur extra centrum mundi, ita ut quando pondus superadditum ex imo rotae loco ad supremum ferri debet, tunc praeter naturam movetur, cum sursum tendat, a mundi centro recedens. Quod si rota supra mundi centrum circumageretur, quis unquam dixerit eam a pondere impediri, cum pondus in circulatione nec accedat nec recedat a mundi centro? Pari ratione de coelo est judicandum; tunc enim stella motum retardare poterit, quando a loco ad quem naturaliter tenderet removebitur: sed nunquam hoc in circulatione facta circa mundi centrum contingit, quia nunquam sursum et nunquam deorsum movetur; non ergo ex stellae additione motus tardabitur.

Ad secundum, quod supra quaerebatur, non est hic responsionis locus; videndum enim prius est a quo moveantur quae non naturaliter moventur. In motu itidem circulari, qui extra mundi centrum fit, est distinguendum de mobili, an scilicet consimilium sit partium vel dissimilium; quod si mobile sit consimilium partium, ut, verbi gratia, sphaera

marmorea, quae supra axem moveatur, motus istius nec naturalis erit nec violentus, cum sphaerae gravitatis centrum nec accedat nec recedat a mundi centro, et tanta sit gravitas partium sphaerae ascendentium, quanta est partium descendentium, ita ut semper sphaera sit in aequilibrio. Attamen per accidens est quod talis circulatio sit violenta, quod scilicet est axium supra cardinibus resistentia; cum enim contingat sphaeram extra proprium locum esse, contingit etiam ipsam gravare, et substentaculo egere: quare axis sphaerae extremitates supra cardinibus gravantes motum impediunt; verum quo magis axis extrema subtilia et expolita fuerint, eo minus resistentiam patientur, ita ut si imaginabimur indivisibilia esse, tunc ab illis nulla resistentia proveniet. Accidit etiam talis motus a superficie sphaerae retardari, si superficies rudis et scabrosa extet; aer enim circumfluus, et in superficiei concavitatibus retentus, motum impediet, non autem juvabit, ut aliquis credidit; quod suo loco explicabitur. Quod si sphaera heterogenea fuerit, ita ut habeat centrum gravitatis extra centrum molis, circumducatur autem supra centrum magnitudinis, hic, praeter ceteras causas per accidens super allatas, erit etiam causa per se cur motus talis sit, non ut alter nec naturalis nec violentus, sed nunc naturalis, nunc vero sit violentus; cum enim centrum gravitatis circa centrum magnitudinis in tali circulatione circulum describat, quando ex imo ad supremum locum ascendet, vi movebitur, cum a centro mundi recedat; cum vero ex supremo in imum tendit, natura certe feretur: sed quia non quantum natura descendit, tantum vi potest attolli ab impetu accepto, hinc fit ut major sit difficultas in ascensu, quam propensio in descensu; ex quo sequitur, tum ex hoc, tum propter alias causas per accidens, ut magis violenti naturam sapiat quam naturalis.

CONTRA ARISTOTELEM PROBATUR, SI MOTUS NATURALIS IN INFINITUM EXTENDI POSSET, EUM NON IN INFINITUM FIERI VELOCIOREM (1).

Existimavit Aristoteles (ut videre est 1.° Coeli t. 88) motum naturalem non solum semper accelerari donec ad proprium locum pervenerit mobile, verum etiam, si infinite motus continuari posset, infinite etiam auctum iri ejus gravitatem et motus celeritatem; ita enim scribit dum ostendere contendit, quae moventur, ad aliquem locum determinatum ferri, ac si terra, dum deorsum movetur, non ad determinatum locum, sed in infinitum moveretur, infinite etiam augeretur illius gravitas et velocitas. Haec igitur est opinio Aristotelis: nos autem quae his ex diametro adversantur vera esse manifestabimus; nempe, neque semper augeri velocitatem, neque etiam, si semper augeretur, et in infinitum extendi posset motus, necessario deveniendum esse ad infinitam gravitatem et instantaneam celeritatem.

Quod igitur ad primum attinet, facile quispiam intelligere poterit ex his quae supra scripta sunt, percepta causa accelerationis motus naturalis in fine, cur tandem ista acceleratio desinere debeat; cum enim ideo mobile acceleretur quia virtus contraria continue remittitur, gravitas vero naturalis acquiritur, rationi quidem consentaneum erit ut tandem tota virtus contraria deperdatur, naturalisque resumatur gravitas, atque idcirco, remota causa, acceleratio desinat: nec tamen dixerim ideo totam absumi virtutem contrariam, quia forte crediderim necessarium esse, omne quod semper imminuitur tandem adnihilari (hoc enim necessarium non esse non me latet, ut inferius dicetur), sed solum dicam eam absumi quia experientia id ostendere nobis videtur. Primo enim, si quid non admodum grave ex alto veniens aspiciemus, qualis esset vel lanae globus, vel pinna, vel quid tale, videbimus tardius quidem in principio moveri, sed

(1) Char. Cod. 116.

tamen paulo post motum uniformem observare. Cur autem id in minus gravibus manifestius appareat, ratio est quia cum incipiunt moveri, eo quod tantum virtutis contrariae habeant, quanta est propria gravitas, sintque ipsa modicum gravia, modica ergo etiam erit virtus impressa contraria, quare et citius absumetur; qua absumpta, motu uniformi movebuntur, et cum tandem etiam moveantur, facilius erit talis motus uniformitatem observare quam in his quae citissime descendunt: in rebus autem gravioribus, cum multa in eorum descensu absumenda sit virtus contraria, majus etiam tempus ad eam absumendam requiretur, in quo tempore, cum cito ferantur, per magnum spatium descendent; quae magna spatia cum apud nos haberi non possint unde gravia demittantur, non mirum est si lapis, ex sola turris altitudine demissus, usque ad terram accelerari videbitur; hoc enim breve spacium, id est breve tempus motus, non sufficit ad totam virtutem contrariam deperdendam. Ratione et experientia comprobari etiam potest, non solum motus non semper accelerari, dum mobile a statu quietis recesserit, verum etiam si in principio motus ab externo motore magna imprimatur vis deorsum impellens, hanc quoque destrui: et ratio quidem est quia tunc mobilis gravitas haberet rationem levitatis, eo quod ipsamet libera et simplex tardius descenderet,

accepto conjunctae, est levitas, retardabitur motus, et eo usque, donec descendens ad naturalem tarditatem devenerit; atque si aqua satis fuerit profunda, non majorem in fundo laesionem patietur, quam si ex aquae summitate proprio naturalique motu descendisset: patet ergo unicuique, naturali motu descendenti, determinatam celeritatem praescriptam esse.

Verum etiam si semper celeritas intenderetur, et infinitum esset spatium motus, non tamen sequeretur motum tandem ad infinitam celeritatem devenire, et mobile ad infinitam gravitatem; quod non difficile erit eis intelligere, qui in mathematicis versati fuerint: simile enim hoc est ei (quod illis fere omnibus impossibile videtur, qui demonstrationis non sunt capaces), quod scilicet inveniri possint duae lineae, quae in infinitum protractae semper appropinquentur, nunquam tamen concurrant, ita ut distantia, quae inter eas est, semper in infinitum minuatur, nunquam tamen absumatur. Verum tales lineas dari omnes norunt, qui aut in asimptotos yperboles in conicis Apollonii Pergei, aut in primam lineam concoidem Nicomedis, apud Eutorchium Ascalonitam in commentariis supra librum secundum inimitabilis Archimedis de sphaera et cylindro, inciderint; sunt enim hae duae lineae (et multae etiam aliae excogitari possent), quae in infinitum protractae semper magis accedunt, verum ut aliquando concurrant impossibile est, minuitur enim semper eorum distantia, nunquam tamen absumitur; et si linea ad rectos angulos super lineam rectam, quae concoidi subjacet, vel super asimptotum excitetur, et hoc in infinitum, semper manentibus angulis rectis, versus partes ad quas in infinitum extenduntur lineae non concurrentes, in hac linea ad rectos angulos punctus quo ab yperbole vel concoide secatur semper versus alteram extremitatem movebitur ad eam accedendo, nunquam tamen perveniet ad ultimum punctum. Pari etiam pacto de celeritate accidit: potest enim semper tarditas motus imminui, et consequen-

ter celeritas augeri, nec tamen aliquando absumi. Sit, exempli causa, tarditas AB (1), quam si totam mobile absumeret, motus in instanti contingeret; dico non esse necessarium, quamvis semper in infinitum minuatur, ut tandem absumatur. Incipiat enim motus, qui in infinitum intendi potest; sit autem talis ut in prima unius milliarii distantia adeo acceleretur, ut imminuat octavam partem tarditatis AB, ut puta AC; in secundo vero milliario minuat octavam partem residuae CB; in alio vero milliario minuat alterius residui partem octavam, et sic semper poterit produci in infinitum haec diminutio, cum semper residuae septem octavae partes in octo aequales dividi possint, et mobile per infinita milliaria moveri poterit, in unoquoque milliario de tarditate absumendo, nec tamen ut tarditas omnino absumatur necessarium est.

Verum amplius, illi qui cum Aristotele crediderunt, si semper minuatur tarditas, tandem ad infinitam celeritatem esse veniendum, quid dicent si illis ostendetur non solum non esse necessarium ad infinitam celeritatem devenire, verum etiam demonstretur posse mobile semper accelerari, nec tamen adeo intendi celeritatem ut finitae cuidam celeritati aequetur, nedum excedat? Et ut clarius loquar, moveatur aliquid, cujus in principio motus celeritas sit AB (2);

tis AB, et sic in infinitum fiat augumentum per singulos milliarios secundum tertiam partem augumenti praecedentis milliarii; et semper certe augebitur celeritas, nunquam tamen tanta erit quanta est CD, sed semper deficiet dimidium ultimi augumenti: hujus autem demonstratio sit haec. Sint quotcumque celeritates continuae in tripla proportione AB, BC, CD (1), quarum maxima sit AB, cujus sexquealtera sit EA. Dico, omnes magnitudines AB, BC, CD, simul cum dimidia CD, aequales esse ipsi EA; quia enim EA sexquealtera est AB, erit AB cum sua medietate aequalis AE, et quia AB est tripla BC, erit BC cum sua medietate aequalis dimidiae AB: at demonstratum est AB cum sua medietate aequari AE, ergo ABC cum medietate BC aequatur ipsi AE. Simili autem modo, quia BC tripla est CD, erit CD cum sua medietate aequalis dimidiae BC: verum tota AC cum dimidia BC demonstrata est aequalis AE, ergo et tota AD, cum dimidia DC, aequabitur AE; et eadem demonstratione semper repetita demostrabitur, celeritates, quotcunque illae fuerint, in tripla proportione continue proportionales simul sumptae, una cum medietate earum, minime aequales esse ei celeritati, quae earum maximae celeritatis sexquealtera fuerit. Quod si ita est, patet, celeritates omnes in tripla proportione sumptas simul minores esse quam celeritas illa, quae earum maxima sexquealtera fuerit, cum semper ab ea deficiant per dimidium minimae celeritatis: constat ergo quomodo celeritas AB possit in infinitum semper augeri, nec tamen unquam aequetur celeritati AE. Concludamus igitur, in mobili, ob rationes prius allatas, non semper augeri velocitatem, sed deveniri ad motum quendam, quo velociorem naturaliter non patitur ejus terminata gravitas. Quod si etiam concederetur ejus velocitatem semper intendi in infinitum, non tamen ad infinitam velocitatem deveniendum esset.

(1) Tab. I, Fig. 22.

DE MOTU NATURALITER ACCELERATO (1).

Quae in motu aequabili contingunt accidentia, in praecedenti libro considerata sunt: modo de motu accelerato pertractandum. Et primo, definitionem ei, quo utitur natura, apprime congruentem investigare atque explicare convenit. Quamvis enim aliquam lationis speciem ex arbitrio confingere, et consequentes ejus passiones contemplari non sit inconveniens (ita enim qui helicas aut concoides lineas ex motibus quibusdam exortas, licet talibus non utatur natura, sibi finxerunt, earum symptomata ex suppositione demonstrarunt cum laude), tamen quandoquidem quadam accelerationis specie in suis quibusdam motibus, gravium scilicet descendentium, utitur natura, eorundem speculari passiones decrevimus, si eam, quam allaturi sumus de motu accelerato definitionem, cum essentia motus naturaliter accelerati congruere contigerit. Quod tandem post diuturnas mentis agitationes reperiisse confidimus, ea potissimum ducti ratione, quia symptomatis deinceps a nobis demonstratis apprime respondere atque congruere videntur ea, quae naturalia experimenta sensui repraesentant. Postremo ad investigationem motus naturaliter accelerati nos quasi manu duxit animadversio moris atque instituti ipsiusmet naturae in caeteris suis operibus omnibus, in quibus exerendis, mediis uti primis, simplicissimis, facillimis consuevit. Neminem enim esse, arbitror, qui credat natatum aut volatum simpliciori aut faciliori modo exerceri posse, quam eo ipso, quo pisces et aves naturali instinctu utuntur. Dum igitur lapidem, ex sublimi a quiete descendentem, nova deinceps velocitatis acqui-

(1) Char. Cod. 39. — Alle cose che nell'Avvertimento abbiamo dette intorno questo Capitolo è da aggiungersi, che nel nostro Codice è indicato per *liber secundus*, allegando appunto a quello (che ivi manca) *de Motu aequabili*, col quale incomincia il terzo Dialogo delle Nuove Scienze.

rere incrementa animadverto, cur talia additamenta, atque omnium magis obvia ratione fieri non credam? (1) Idem est mobile, idem principium movens, cur non eadem quoque reliqua? Dices, eadem quoque velocitas: minime; jam enim re ipsa constat, velocitatem eandem non esse, nec motum esse aequabilem: oportet igitur, identitatem, seu dicas uniformitatem, ac simplicitatem, non in velocitate, sed in velocitatis additamentis, hoc est in acceleratione, reperire atque reponere. Quod si attente inspiciamus, nullum additamentum, nullum incrementum simplicius inveniemus quam illud, quod semper eodem modo superaddit. Quod, ut me clarius explicem, facile intelligemus maximam temporis atque motus affinitatem inspicientes; sicut enim motus aequabilitas et uniformitas per temporum spatiorumque aequalitates definitur ac concipitur (lationem enim tunc aequabilem appellamus, cum temporibus aequalibus aequalia conficiuntur spatia), ita per easdem temporis partium aequalitates, celeritatis incrementa simpliciter facta percipere possumus; intelligentes ac mente concipientes, motum illum uniformiter, atque eodem modo continue acceleratum esse, dum temporibus quibuscunque aequalibus aequalia ei superaddantur celeritatis additamenta. Adeo ut, sumptis quotcunque temporis particulis aequalibus a primo instanti, in quo mobile recedit a quiete, et descensum aggreditur, celeritatis gradus in prima cum secunda temporis particula acquisitus, duplus sit gradus, quem acquisivit mobile in prima particula; gradus itidem, quem obtinet in tertia temporis particula triplus, quem in quarta quadruplus ejusdem gradus primi temporis. Ita ut, si mobile lationem suam continuaret juxta velocitatis gradum, seu momentum in prima temporis particula acquisitum, motumque suum deinceps aequabiliter cum tali velocitate extenderet, talis latio du-

(1) Il seguente brano fino a: *Quod si attente* ec.: manca nei Nuovi Dialoghi.

plo esset tardior ea, quam juxta gradum velocitatis in secundo tempore acquisitae obtineret. Apparet, proinde, a recta ratione absonum nequaquam esse, si accipiamus intensionem velocitatis fieri juxta temporis extensionem (1); nisi quod unum non leviter tale assumptum perturbare, atque infirmare videtur: hoc autem tale quid est. Si a primo termine lationis ex quiete fit deinceps perpetua novae celeritatis additio juxta rationem legemque eandem, secundum quam temporis discursus a primo instanti nova perpetuo suscipit additamenta, considerandum occurrit quod sicuti post primum instans non est assignare tempus aliquod tam breve, quin aliud atque aliud brevius atque brevius inter hoc et primum istans non mediet, ita post relictam quietem in latione non poterit assignari gradus adeo exiguus velocitatis, seu tam magnus tarditatis, quin in altero adhuc illo tardiori mobile descendens constitutum antea non fuerit: cumque tarditas in infinitum augeri, aut velocitas imminui possit, fateri oportebit mobile aliquando tam immensum obtinuisse tarditatis momentum, ut cum eo latum, vel integri anni curriculo ne spatium transversi digiti pertransisset. Quod profecto mirum, seu potius absurdum videtur. Veruntamen, licet primo intuitu mirum, falsum tamen non esse neque absurdum experientia, qualibus demonstratione

vae causae effectus est, velocitatis scilicet percutientis ponderis: et quia videmus ictus eo valentiores evadere, quo ex sublimiori fiunt loco, in quo velociori fiant obcursu, ex loci sublimitate, nempe ex percutientis celeritate quantitatem penetrationis trabis arguere poterimus; et conversim quantitas penetrationis motus celeritatem arguet, adeo ut ubi ictus percutientis machinae minimum quid egerit trabem impellendo, super eo quod prius suo simplici pondere fecerat, minimum atque lentissimum fuisse motum ejusdem iure conjicere poterimus; at quis non videt quid si machina feriens super trabis verticem latum solummodo digitum elevetur, vix, at ne vix quidem ictibus mille quid sensibile trabem impellet? Quod si elevatio sit solummodo ad papyri crassitiem, quot ictuum millia vix latum unguem lignum promovebunt? Intelligamus igitur mobile, licet gravissimum, ex quiete naturaliter descendens, per omnes tarditatis gradus facere transitum, in nullo tamen commorari, sed ad instantium temporis successionem novos majoresque semper acquirere celeritatis gradus. Plures alias experientias istud idem confirmantes in medium afferre possem, quas in meis mechanicis quaestionibus tamquam loco convenientiori repono.

His animadversis, attendendum est quod iidem velocitatis gradus aliis atque aliis majoribus ac minoribus temporibus acquiri possunt, idque pluribus ob causis, quarum una, et quae apprime nostrae est considerationis, est spatii super quo fit motus; grave enim non modo in linea perpendiculari versus centrum, quo gravia omnia tendunt, descendit, verum etiam super planis versus horizontem inclinatis, et tardius in iis quorum major sit inclinatio, tardissime in planis quorum elevatio supra horizontem minima sit, infinita demum tarditas, hoc est quies, in ipsomet plano horizontali. Tam late vero extenditur talis doctrina graduum celeritatis acquirendorum, ut quem gradum grave cadens in perpendiculari horae minuto assequitur, super plano incli-

nato, nec integra hora, nec tota die, nec integro mense, vel anno assequi potis esset, licet continua cum acceleratione labens. Cujus accidentis, non repugnantiam, imo probabilitatem magnam congruentissimo exemplo possumus explicare. Finge tibi lineam horizonti parallelam AB (1), a cujus puncto medio C descendant duae lineae CD, CE, acutum angulum continentes DCE: aliae autem duae obtusum in eodem puncto C constituentes FCG. Intelligas modo lineam HL prius quidem cum horizontali AB conjuncta, deinceps vero ab eadem separatam, atque deorsum descendentem motu aequabili, atque ea lege, ut semper eidem AB parallela servetur. Jam cum ejus descensus uniformis intelligatur, poterit elongatio ejus ab orizontali AB temporis effluxum repraesentare, quem non nisi uniformem et aequabilem, mens nostra concipere valet. Animadvertas itidem partes ipsius lineae HL inter DCE et inter FCG, sub angulo C interceptas, nempe ipsas OI, MN, continuo excrescere ad elongationem HL ab orizontali AB, adeo ut nulla sit linea ex infinitis MN minoribus, cui aequalis aliquando intercepta non fuerit ab ipsis FCG in recessu lineae HL ab AB, nulla quae sit ex infinitis OI minoribus, cui similiter aequalis non fuerit pars ejusdem HL inter DCE intercepta. Amplius nulla est tam exigua lineola sub acutissimo angulo DCE deprehensa, cui

scensus et elongatio lineae HL a BA, assignare non contingat, saltem longum post tempus.

Si itaque animo concipiamus temporis decursum elongationi aequabili lineae HL a BA respondere, adeo ut primum temporis instans separationis fuerit ultimum conjunctionis earundem linearum, item intelligamus gradibus celeritatis a mobilibus ex quiete in C descendentibus acquirendae respondere lineas intra triangula MCN, OCI comprehensas, cognoscere non erit obscurum qua ratione fieri possit ut iidem gradus modo a mobili tempore brevissimo obtineantur, modo longissimo; adeo ut ampliato magis magisque angulo obtuso FCG, cum lineae CF, CG quamproximae erunt ipsis CA, CB, quam primum HL a linea AB sejungetur, quod idem est ac si dicamus, tempore brevissimo, seu summa cum celeritate, lineas omnes, nempe infinitas, et magnitudinum omnium quotquot sunt inter punctum C et maximam partem ejusdem HL interceptam sub obtusissimo angulo, designabit suo motu eadem linea HL, designabit, inquam, adeo ut nulla sit earum cui aequalis aliquando non fuerit una interceptarum a lineis obtusum angulum continentibus. Ex quo accidit motum punctorum M, N super lineas CF, CG velocissimum evadere, licet elongatio lineae HL a BA sit minima, atque tardissima; fieri enim potest angulum C adeo esse obtusum, et lineas CF, CG ipsi AB adeo propinquas, ut lineae CM, CN, seu etiam ipsa MN, infinito pene excessu superent distantiam inter AB, HL. Ac tandem in altissima et ultima anguli C dilatatione, hoc est conjunctione linearum CF, CG cum lineis CA, CB, motus consimilis mobile, jam declaratis, evadit instantaneus, simulque infinitus ex termino C. Nunquid ejusmodi sit luminis expansio, quod certe loco uno ac terminato generatur, et tempore eodem locis omnibus late circumquaque patentibus reperitur? Sed ad rem nostram: non difficile esse arbitror ex allato exemplo intelligere, simulque concedere, mobilium ex quiete naturali-

ter descendentium alia suos celeritatis gradus brevi tempore, alia longiori, alia acquirere longissimo: quae enim in perpendiculari cadunt cito, velocia apparent; quae vero per declivia plana descendunt, velocitantur quidem, sed tempore longiori ad ea celeritatis momenta perveniunt, quo citius pervenit cadens ad perpendiculum.

Ex his que explicata sunt, omnis, ni fallor, ablata videtur repugnantia quominus motus uniformiter, seu aequabiliter accelerati definitionem in medium afferre possimus; talis igitur esto

DEFINITIO:

Motum uniformiter, seu aequabiliter acceleratum dico illum, cujus momenta, seu gradus celeritatis a discessu ex quiete, augentur juxta ipsiusmet temporis incrementum a primo instanti lationis (1).

(1) Nei Nuovi Dialoghi i termini della definizione sono i seguenti:

Motum aequabiliter, seu uniformiter acceleratum dico illum, qui a quiete recedens, temporibus aequalibus aequalia celeritatis momenta sibi superaddit.

DELLA
SCIENZA MECCANICA

E DELLE UTILITÀ CHE SI TRAGGONO DAGL'INSTRUMENTI DI QUELLA

CON UN FRAMMENTO

SOPRA LA FORZA DELLA PERCOSSA.

AVVERTIMENTO

Dice il Viviani nella Vita di Galileo, come questi nei primi anni della sua lettura di matematiche in Padova « a contemplazione dei » suoi scolari scrisse vari trattati, tra' quali uno di Meccaniche che va » attorno manoscritto, e che poi nel 1634 tradotto in lingua francese » fu stampato in Parigi dal P. Marino Mersennio (1), e ultimamente » nel 1649 fu pubblicato in Ravenna dal Cav. Luca Danesi (2) ». Soggiunge lo stesso Viviani, come di questo, non che di altri trattati di Galileo « corressero più copie manoscritte per l'Italia, Germania, Fran» cia, Inghilterra e altrove, trasportatevi da' suoi medesimi discepoli, » la maggior parte senza l'inscrizione del suo nome, come fatiche » delle quali ei non faceva gran conto, essendo di esse tanto liberal » donatore, quanto fecondo compositore ». Della qual cosa, per quanto si riferisce al presente trattato di Meccanica, abbiamo esplicata confermazione nelle lettere di G. B. Baliani del 1 Luglio, 19 Agosto e 9 Settembre 1639, da noi recate a pag. 351 e segg. del Tomo X delle Opere (quinto dell'Epistolario).

Noi abbiamo poste le diverse edizioni, che si hanno di questo trattato, a riscontro di due Codici Palatini (MSS. Gal. Par. V, Tom. 2) in copia del tempo, alla lezione dei quali, in parte alterata in tutte le successive edizioni, ci siamo tenuti. Abbiamo poi non solo mantenuto le note aggiuntevi nella edizione citata di Firenze, ma unitovi altresì le illustrazioni del Viviani recate nella Prefazione Universale dell'edizione medesima.

(1) *Les Méchaniques de Galilée Mathématicien et Ingenieur du Duc de Florence etc., traduites de l'italien par le P. M. Mersenne*, Paris chez Henry Guenon, 1634 *in-8*.

(2) *Della Scienza Meccanica e delle utilità che si traggono dalli Strumenti, cavata da' Manoscritti dell' Eccellentissimo signor matematico Galileo Galilei dal cav. Luca Danesi di Ravenna*. In Ravenna appresso gli stampatori Camerali, 1649 *in-4*.

DELLA
SCIENZA MECCANICA.

UTILITÀ DEGL' INSTRUMENTI MECCANICI.

Degno di grandissima considerazione mi è parso, avanti che discendiamo alla speculazione degli strumenti meccanici, il considerar in universale, e metter quasi innanzi agli occhi, quali sieno i comodi, che da' medesimi strumenti si ritraggono; e ciò ho giudicato tanto più doversi fare, quanto (se non m' inganno) più ho visto ingannarsi l' universale dei Meccanici nel volere, a molte operazioni di sua natura impossibili, applicar macchine, della riuscita delle quali ed essi sono restati ingannati, e altri parimente sono restati defraudati della speranza, che sopra le promesse di quei tali aveano conceputa. De' quali inganni parmi d' aver compreso esser principalmente cagione la credenza, che detti artefici hanno avuto ed hanno continuamente, di poter con poca forza muovere e alzare grandissimi pesi, ingannando in un certo modo colle lor macchine la natura, istinto della quale, anzi fermissima constituzione, è, che niuna resistenza possa esser superata da forza, che di quella non sia più potente; la quale credenza quanto sia falsa, spero nelle dimostrazioni vere e necessarie, che averemo nel progresso, di fare manifestissimo.

[illegible] accennai: l'utilità, che dalle macchine [illegible] si cava, non [illegible] di poter con più piccola forza muovere [illegible] dalla macchina quei pesi, che senza essa non potriano dalla medesima forza esser mossi, non sarà fuori di proposito il dichiarare quali siano le comodità, che da tali facoltà si traggono, perchè quando niuna utile fusse da sperare, vana sarebbe ogni fatica che nell'acquisto suo si impiegasse.

Facendo dunque principio a tali considerazioni, prima ci si fanno innanzi quattro cose da considerarsi. La prima è il peso da trasferirsi di luogo a luogo; la seconda è la forza o potenza, che dee muoverlo; la terza è la distanza tra l'uno e l'altro termine del moto; la quarta è il tempo, nel quale tal mutazione dee esser fatta, il qual tempo torna nell'istessa cosa colla prestezza e velocità del moto, determinandosi quel moto essere d'un altro più veloce, che in minor tempo passa ugual distanza. Ora assegnata qualsivoglia resistenza determinata, e limitata qualunque forza, e notata qualsivoglia distanza, non è dubbio alcuno, che sia per condurre la data forza il dato peso alla determinata distanza; perciocchè quando bene la forza fosse piccolissima, dividendosi il peso in molte particelle, ciascheduna delle quali non resti superiore alla forza, e transferendosene una per volta, averà finalmente condotto tutto il peso al statuito termine; nè però nella fine dell'operazione si potrà con ragione dire, quel gran peso essere stato mosso e traslato da forza maggiore di sè, ma sì bene da forza, la quale più volte averà reiterato quel moto e spazio, che una volta sola sarà stato da tutto il peso misurato. Dal che appare, la velocità della forza essere stata tante volte superiore alla resistenza del peso, quanto esso peso è superiore alla forza; poichè in quel tempo, nel quale la forza movente ha molte volte misurato l'intervallo tra i termini del moto, esso mobile viene ad averlo passato una sola volta, nè perciò si dee dire es-

sersi superata gran resistenza con picciola forza fuori della costituzione della natura: allora solamente si potria dire essersi superato il natural costituto, quando la minor forza trasferisse la maggior resistenza con pari velocità di moto secondo il quale essa cammina, il che affermiamo assolutamente essere impossibile a farsi con qualsivoglia macchina immaginata o che immaginar si possa. Ma perchè potria talora avvenire, che avendo poca forza, e' bisognasse muovere un gran peso tutto congiunto insieme senza dividerlo in pezzi, in questa occasione sarà necessario ricorrere alla macchina, col cui mezzo si trasferirà il peso proposto nell' assegnato spazio dalla data forza. Ma non si leverà già, che la medesima forza non abbia a camminar misurando quel medesimo spazio, ed altro ad esso eguale tante e tante volte, per quanto viene da detto peso superata. Tal che nel fine dell' azione noi non ci troveremo avere dalla macchina ricevuto altro beneficio, che di trasportare il detto peso colla data forza al dato termine tutto insieme. Il qual peso diviso in parti, senza altra macchina, dalla medesima forza, dentro il medesimo tempo, per lo medesimo intervallo saria stato trasferito. E questa deve essere per una delle utilità, che dal Meccanico si cavano, annoverata: perchè in vero spesse volte occorre, che avendo scarsità di forza ma non di tempo, ci occorre muovere gran pesi tutti unitamente: ma chi sperasse e tentasse per via di macchine fare lo stesso effetto senza accrescere tardità al mobile, questi certamente rimarrebbe ingannato, e dimostrerebbe di non intendere la natura degli strumenti meccanici, e le ragioni degli effetti loro.

Un' altra utilità si trae dagli strumenti, la quale dipende dal luogo dove dee esser fatta l' operazione, perchè non in tutti i luoghi con eguale comodità s' adattano tutti gli strumenti; e così veggiamo (per dichiararci con qualche esempio) che per cavar l' acqua da un pozzo ci servi-

remo di una semplice corda con un vaso accomodato per ricevere e contenere acqua, col quale attingeremo una determinata quantità di acqua in un certo tempo colla nostra limitata forza; e chiunque credesse di poter con macchine di qualsivoglia sorte, coll'istessa forza, e nel medesimo tempo cavare maggior quantità di acqua, costui è in grandissimo errore; e tanto più spesso e tanto maggiormente si troverà ingannato, quanto più varie e moltiplicate invenzioni anderà immaginandosi. Contuttociò veggiamo estraer l'acqua con altri strumenti, come con trombe per seccare i fondi delle navi; dove però è da avvertire non essere state introdotte le trombe in simili officj, perchè traggano copia maggiore di acqua nell'istesso tempo, e con la medesima forza di quello che si faria con una semplice secchia, ma perchè in tal luogo l'uso della secchia o di altro simil vaso non potria far l'effetto, che si desidera, che è di tenere asciutta la sentina da ogni picciola quantità d'acqua; il che non può fare la secchia, per non si poter tuffare e demergere, dove non sia notabile altezza d'acqua. E così veggiamo col medesimo strumento asciugarsi le sentine, di dove non si possa estraer acqua se non obliquamente, il che non farebbe l'uso ordinario della secchia, la quale s'alza e s'abbassa colla sua corda perpendicolarmente.

semplice vaso potriano pigliare acqua e alzarla e votarla dove fa bisogno: ma perchè il cavallo, o altro simil motore, manca del discorso e di quelli strumenti che si ricercano per appendere il vaso e a tempo votarlo; tornando poi a riempirlo, e solamente abbonda di forze, perciò è necessario, che il Meccanico supplisca al natural difetto di quel motore, somministrandoli artifizi e invenzioni tali, che colla sola applicazione della forza sua possa seguire l' effetto desiderato. E in ciò è grandissimo utile, non perchè quella ruota o altre macchine facciano che con minor forza e con maggior prestezza e per maggior intervallo si trasporti il medesimo peso, di quello che, senza tali strumenti, eguale, ma giudiziosa e bene organizzata forza potria fare; ma sibbene perchè la caduta di un fiume o niente o poco costa, e il mantenimento di un cavallo o di altro animale, la cui forza supererà quella di otto o forse più uomini, è di lunga mano di minor dispendio che quella non saria, che potesse sostentare e mantenere li detti uomini.

Queste dunque sono le utilità che da' meccanici strumenti si caveranno, e non quelle che con inganno di tanti Principi, e con loro propria vergogna, si vanno sognando i poco intendenti ingegneri, mentre si vogliono applicare ad imprese impossibili; del che, e per quel poco che si è accennato, e per quel molto che si dimostrerà nel progresso di questo trattato, verremo noi ad assicurarci, se attentamente apprenderemo quello che si ha da dire.

DIFFINIZIONI.

Quello, che in tutte le scienze dimostrative è necessario osservarsi, dobbiamo noi ancora in questo trattato seguitare, che è di proporre le diffinizioni dei termini proprj di questa facoltà, e le prime supposizioni, dalle quali, come da fecondissimi semi, pulluleranno e scaturiranno conseguen-

temente le cause e le vere dimostrazioni della proprietà di tutti gli strumenti meccanici, i quali servono per lo più intorno i moti delle cose gravi: però determineremo primieramente quello che sia gravità.

Addimandiamo dunque gravità quella propensione di muoversi naturalmente al basso, la quale ne' corpi solidi si ritrova cagionata dalla maggiore o minor copia di materia dalla quale vengono costituiti.

Momento è la propensione di andare al basso, cagionata non tanto dalla gravità del mobile, quanto dalla disposizione, che abbiano tra di loro diversi corpi gravi; mediante il qual momento si vedrà molte volte un corpo men grave contrappesare un altro di maggior gravità, come nella stadera si vede un picciolo contrappeso alzare un altro peso grandissimo, non per eccesso di gravità, ma bene per la lontananza dal punto dove vien sostenuta la stadera, la quale congiunta colla gravità del minor peso gli accresce momento e impeto di andare al basso, col quale può eccedere il momento dell' altro maggior grave. È dunque il momento quell' impeto di andare al basso, composto di gravità, posizione e altro, dal che possa essere tal propensione cagionata.

Centro della gravità si diffinisce essere in ogni corpo

SUPPOSIZIONI.

Qualunque grave (*per quanto appartiene alla virtù propria*) muoversi al basso così, che il centro della sua gravità non esca mai fuori di quella linea retta, che da esso centro, posto nel primo termine del moto, si produce infino al centro universale delle cose gravi: il che è molto manifesto supposto, perchè dovendo esso solo centro andarsi ad unire col centro comune, è necessario, non essendo impedito, che vada a trovarlo per la brevissima linea, che è la sola retta. E di qui possiamo secondariamente supporre:

Ciascun corpo grave gravitare massimamente sopra il centro della sua gravità, e in esso come in proprio seggio raccorsi ogn' impeto, ogni gravezza, ed in somma ogni momento.

Suppongasi finalmente, il centro della gravità di due corpi egualmente gravi essere nel mezzo di quella linea retta, la quale i detti due centri congiunge; o veramente, due pesi eguali sospesi in distanza eguale avranno il punto dell' equilibrio nel comun centro o congiungimento di esse eguali distanze, come per esempio: essendo la distanza CE (1) eguale alla distanza ED, e da esse sospesi due pesi eguali A, B, supponghiamo il punto dell' equilibrio essere nel punto E, non essendo maggior ragione d' inclinare da una che da un' altra parte: ma qui è da avvertire come le distanze si devono misurare con linee perpendicolari, le quali dal punto della sospensione E caschino sopra le rette, che da' centri della gravità de' pesi A, B, si tirano al centro comune delle cose gravi; e però se la distanza ED si fosse trasportata in EF, il peso B non contrappeserebbe il peso A, perchè tirandosi dai centri della gravità due linee rette al centro

(1) Tav. II, Fig. 1.

della terra, vedremo quella che viene dal centro del peso I esser più vicina al centro E, dell'altra prodotta dal centro del peso A. Devesi dunque intendere, i pesi eguali esser sospesi da distanze eguali ogni volta che le rette, che da' loro centri vanno a trovare il centro comune delle cose gravi, saranno egualmente lontane da quella linea retta, che dal detto termine di esse distanze, cioè dal punto della sospensione, si produce al medesimo centro della terra.

Determinate e supposte queste cose, verremo all'esplicazione di un communissimo e principalissimo principio di buona parte degli strumenti meccanici, dimostrando come pesi diseguali pesino egualmente sospesi da distanze diseguali, le quali abbiano contraria proporzione di quella, che essi pesi si ritrovano avere (1); e non solamente dimostreremo esser vero in quel modo che siamo certi della verità del principio posto sopra, dove si suppose pesi eguali posare egualmente da distanze eguali, ma dimostreremo esser la medesima cosa per l'appunto, e che altro non è sospendere pesi disuguali da distanze di contraria proporzione, che pesi eguali da distanze eguali.

Intendasi adunque il solido grave CDFE (2) di gravità omogenea in tutte le sue parti, e egualmente grosso per tutto, qual saria una figura colonnare, o altra simile, il



terra, passerebbe per il centro della gravità del solido CF, e di esso intorno a detta linea consisterebbono parti di eguali momenti, e saria il medesimo che se dai punti A, B pendessero due metà del grave CF. Intendasi adesso esser detto grave secondo la linea IS tagliato in due parti diseguali; è manifesto che la parte CS, come ancora l'altra SD, non staranno più in tale sito, non avendo altri sostegni che li due legami AC, BD: però venendo al punto I intendasi aggiunto un nuovo legame, il quale fermato al punto H, perpendicolarmente sopraposto al taglio IS, sostenga comunemente nel pristino stato l'una e l'altra parte del solido; dal che ne seguita che non si essendo fatta mutazione alcuna o di gravità o di sito nelle parti del solido, rispetto alla linea AB, l'istesso punto G resterà centro dell'equilibrio come da principio è stato. Inoltre, essendochè la parte del solido CS è connessa alla libra mediante li due legami CA, IH, non è dubbio alcuno che se tagliando detti due legami, ne aggiungeremo un solo MK, da essi due egualmente distante, e trovandosi sotto di esso il centro della gravità del solido CS, non si muterà o si muoverà di sito, ma salverà l'istessa abitudine alla linea AH: e fatto l'istesso dell'altra parte IF, cioè rotti i legami HI, BD, e aggiunto in mezzo il solo appendicolo NL, è parimente manifesto non esser lui per variare sito o disposizione rispetto alla libra AB; sì che stando le parti di tutto il solido CF col medesimo rispetto alla libra AB che sempre sono state, pendendo l'una CS dal punto M, e l'altra SD dal punto N, non è dubbio l'equilibrio farsi ancora dal punto medesimo G. E già comincerà ad apparire come pendendo dagli estremi termini della linea MN li due gravi, CS maggiore e SD minore, diventano di eguali momenti, e generano l'equilibrio nel punto G, facendo GN distanza maggiore della GM; e solo rimane, per asseguire compitamente il nostro intento, che dimostriamo, qual proporzione si trova fra il peso CS e il peso SD, tale ritrovarsi

fra le distanze NG e GM: il che non sarà difficile dimostrare. Perciocchè essendo la linea MH metà dell' HA, e la NH metà della HB, sarà tutta la MN metà della total linea AB, della quale è metà ancora BG; onde esse due MN, GB saranno tra sè eguali; dalle quali trattone la comune parte GN, sarà la rimanente MG eguale alla rimanente NB, a cui è parimente eguale la NH; onde esse MG, HN saranno ancora eguali; e posta comunemente la parte GH, sarà la MH eguale alla GN: ed avendo già dimostrato MG agguagliare HN, qual proporzione avrà la linea MH alla HN, tale avrà la distanza NG alla distanza GM. Ma la proporzione MH ad HN è quella che ha KI a IL e la doppia CI alla doppia ID, e in somma il solido CS al solido SD (dei quali solidi le linee CI, ID sono altezze) adunque si conclude la proporzione della distanza NG alla distanza GM esser l' istessa che ha la grandezza del solido CS alla grandezza del solido SD, la quale, come è manifesto, è quella istessa che hanno le gravità dei medesimi solidi. Or da quanto si è detto parmi che apertamente si comprenda come i due gravi diseguali CS, SD non pure pesino egualmente pendendo da distanze, le quali abbiano contrariamente la medesima proporzione, ma di più come in rei natura sia il medesimo effetto, che se in distanze eguali si sospendessero

cluderemo, esser verissimo che pesi diseguali pesino egualmente, sospesi contrariamente da distanze diseguali, che abbino l'istessa proporzione dei pesi.

ALCUNI AVVERTIMENTI CIRCA LE COSE DETTE.

Avendo noi mostrato come i momenti di pesi diseguali vengono pareggiati dall'essere sospesi contrariamente in distanze, che abbino la medesima proporzione di essi, non mi pare da doversi passar con silenzio un'altra congruenza e probabilità, dalla quale può essere ragionevolmente confermata la medesima verità. Perocchè considerisi la libra AB (1) divisa in parti diseguali nel punto C, e i pesi, della medesima proporzione che hanno le distanze BC, CA, alternamente sospesi dai punti A, B; è già manifesto come l'uno contrappeserà l'altro, e conseguentemente come se ad uno di essi fosse aggiunto un minimo momento di gravità, si moverebbe al basso innalzando l'altro; sicchè aggiunto insensibil peso al grave B, si muoverà la libra discendendo dal punto B verso E, e ascendendo l'altra estremità A in D; e perchè per fare abbassare il B ogni minima gravità accresciutali è bastante, però non tenendo noi conto di questo insensibile, non faremo differenza dal potere un peso sostenere un altro, al poterlo muovere. Ora se considerisi il moto che fa il grave B discendendo in E, e quello che fa l'altro A ascendendo in D, troveremo senza alcun dubbio, tanto esser maggiore lo spazio BE dello spazio AD, quanto la distanza BC è maggiore della CA, formandosi nel centro C due angoli, DCA e ECB, eguali per essere alla cima, e per conseguenza due circonferenze AD, BE simili, e aventi tra di sè l'istessa proporzione delli semidiametri BC, CA, da' quali vengono descritte. Viene dun-

(1) Tav. II, Fig. 3.

que ad esser la velocità del moto del grave B discendente tanto superiore alla velocità dell' altro mobile A ascendente, quanto la gravità di questo eccede la gravità di quello; nè potendo esser alzato il peso A in D, benchè lentamente, se l' altro grave B non si muove in E velocemente, non sarà maraviglia, nè alieno dalla costituzione naturale, che la velocità del moto del grave B compensi la maggior resistenza del peso A, mentre egli in D pigramente si muove, e l' altro in E velocemente discende; e così all' incontro posto il grave A nel punto D, e l' altro B nel punto E, non sarà fuor di ragione, che quello possa calando tardamente in A alzare velocemente l' altro in B, ristorando colla sua gravità quello che per la tardità del moto viene a perdersi: e da questo discorso possiamo venire in cognizione, come la velocità del moto sia potente ad accrescere momento nel mobile, secondo quella medesima proporzione per la quale essa medesima velocità del moto viene augumentata.

Un' altra cosa, prima che più innanzi si proceda, bisogna che sia considerata, e questa è intorno alle distanze, nelle quali i gravi vengono appesi. Perciocchè molto importa il sapere come s' intendano distanze eguali e diseguali, e in somma in qual maniera debbano misurarsi. Imperocchè essendo la linea retta AB (1), e dagli estremi punti di essa pendendo due eguali pesi, preso il punto C nel mezzo di essa linea, si farà sopra di esso l' equilibrio, e questo per esser la distanza CB eguale alla CA. Ma se elevando la linea CB, girandola intorno al punto C, sarà trasferita in CD, sicchè la libra resti secondo le due linee AC, CD, li due pesi eguali pendenti dai termini A, D, non più peseranno egualmente su quel punto C, perchè la distanza del peso posto in D è fatta minore di quella che era mentre si ritrovava in B; imperocchè se considereremo le

(1) Tav. II, Fig. 4.

linee, per le quali detti gravi fanno impeto, e discenderebbono quando liberamente si movessero, non è dubbio alcuno che sarebbono le linee AG, DF, BH; fa dunque momento e impeto il peso pendente dal punto D secondo la linea DF; ma quando pendeva dal punto B faceva impeto nella linea BH, e perchè essa linea DF resta più vicina al sostegno C, di quello che faccia la linea BH, perciò dobbiamo intendere li pesi pendenti da' punti A, D non essere in distanza eguale dal punto C, ma sì bene quando saranno costituiti secondo la lor linea retta ACB; e finalmente si dee avere avvertenza di misurare la distanza colle linee, che per angoli retti caschino sopra quelle nelle quali i gravi stanno pendenti e si moveriano quando liberamente scendessero.

DELLA STADERA E DELLA LEVA.

L' avere inteso con certa dimostrazione uno de' primi principj, dal quale come fecondissimo fonte derivano molti degli strumenti meccanici, sarà cagione di poter senza difficoltà alcuna venire in cognizione della natura di essi. E prima parlando della Stadera, strumento usitatissimo, col quale si pesano diverse mercanzie, sostenendole benchè gravissime col peso di un picciol contrappeso, il quale volgarmente si chiama Romano, proveremo in tale operazione niente altro farsi, che ridurre in atto pratico quel tanto che di sopra abbiamo specolato. Imperocchè se intenderemo la stadera AB (1) il cui sostegno, altrimenti detto trutina, sia nel punto C, fuori del quale dalla picciola distanza CA penda il grave peso D, e nell' altra maggiore CB, che ago della stadera si dimanda, scorra innanzi e indietro il Romano F, ancorchè di picciol peso in comparazione del grave

(1) Tav. II, Fig. 5.

B si potrà infinitamente discostar tanto dalla trutina C, che qual proporzione si trova tra li due gravi D, F, tale sia tra le distanze FE, CB, e allora si farà l'equilibrio, trovandosi pesi inegual i pendenti alternamente da distanze ad essi proporzionali.

Nè questo strumento è differente da quell'altro, che Vette, e volgarmente Leva si domanda, col quale si muovono grandissimi pesi con poca forza; l'applicazione del quale è secondo la figura posta qui appresso (1), dove la Leva sia notata per la stanga di legno, o d'altra salda materia, BCD, il grave peso da alzarsi sia A, e un fermo appoggio e sostegno, sopra il quale calchi la Leva e si muova, sia notato E. Sottoponendo il peso A un'estremità della Leva, come si vede nel punto C, gravando la forza nell'altra estremità D, potrà, ancorchè poca, sollevare il peso A tutta volta che qual proporzione ha la distanza CE alla distanza ED, tale abbia la forza posta in D alla resistenza che fa il grave A sopra il punto C; per lo che si fa chiaro, che quanto più il sostegno E si avvicinerà all'estremità C, crescendo la proporzione della distanza DE alla distanza EC, tanto si possa diminuire la forza in D per levare il peso A. E qui si dee notare (il che si anderà a suo luogo anche avvertendo) che l'utilità, che si trae da tutti gli strumenti meccanici, non è quella che li volgari meccanici si persuadono, cioè che si venga a superare e in certo modo ingannar la natura, vincendo con picciola forza una resistenza grandissima coll'intervento del Vette, perchè dimostreremo che senza l'aiuto della lunghezza della Leva s'avrà colla medesima forza dentro il medesimo tempo il medesimo effetto. Imperocchè ripigliando la medesima Leva BCD (2), della quale sia C il sostegno, e la distanza CD pongasi per

(1) Tav. II, Fig. 6.
(2) Tav. II, Fig. 7.

esempio quintupla della distanza CB, e mossa la Leva finchè pervenga alla ICG, quando la forza avrà passato lo spazio DI, il peso sarà stato mosso dal B in G; e perchè la distanza DC si è posta esser quintupla dell' altra CB, è manifesto dalle cose dimostrate, poter essere il peso posto in B cinque volte maggiore della forza movente posta in D. Ma se all' incontro porremo mente al cammino, che fa la forza da D in I mentre che il peso vien mosso da B in G, conosceremo parimente il viaggio DI esser quintuplo dello spazio BG. Inoltre se piglieremo la distanza CL eguale alla distanza CB, posta la medesima forza, che fu in D, nel punto L, e nel punto B la quinta parte solamente del peso, che prima vi fu messo, non è alcun dubbio, che divenuta la forza in L eguale a questo peso in B, ed essendo eguali le distanze LC, CB, potrà la detta forza mossa per lo spazio LM trasferire il peso a sè eguale per l' altro eguale intervallo BG; il che reiterando cinque volte, questa medesima azione trasferirà tutte le parti del detto peso al medesimo termine G. Ma il replicare lo spazio LM niente per certo è di più o di meno che il misurare una sol volta l'intervallo DI, quintuplo di esso LM, adunque il trasferire il peso da B in G non ricerca forza minore, minor tempo, o più breve viaggio, se quella si ponga in D, di quello che faccia di bisogno quando la medesima fosse applicata in L; e in somma il comodo, che s' acquista dalla lunghezza della Leva CD, non è altro che il poter muovere tutto insieme quel corpo grave, il quale dalla medesima forza, dentro il medesimo tempo, con moto uguale, non si saria se non in pezzi, senza il beneficio della Leva, potuto condurre.

DELL' ASSE NELLA RUOTA E DELL' ARGANO.

Gli strumenti, la natura de' quali siamo per dichiarare al presente, dipendono immediatamente dalla Leva, anzi non

sono altro che un Vette perpetuo. Imperocchè se intenderemo la Leva BAC (1) sostenuta nel punto A, e il peso G pendente dal punto B, essendo la forza posta in C, è manifesto che trasferendo la Leva nel sito DAE, il peso G s'alzerà secondo la distanza BD, ma non molto più si potrà seguitare di elevarlo; sicchè volendo pure alzarlo ancora, saria necessario fermarlo con qualche altro sostegno in questo sito, e rimetter la Leva nel pristino sito BAC, e appendendo di nuovo il peso rialzarlo un' altra volta in simile altezza ED; e in questa guisa reiterando l'istesso molte volte, si verrà con moto interrotto a fare l' elevazione del peso; il che tornerà per diversi rispetti non molto comodo. A questa difficoltà si è sovvenuto col trovar modo di unir insieme quasi che infinite Leve, perpetuando l' operazione senza interrompimento veruno, e ciò si è fatto col formare una ruota intorno al centro A, secondo il semidiametro AC, e un asse intorno al medesimo centro, del quale sia semidiametro la linea BA, e tutto questo di legno forte, o d' altra materia ferma e salda, sostenendo poi tutta la macchina con un perno piantato nel centro A, che passi dall' una all' altra parte; dove sia da due fermi sostegni ritenuto. E circondata intorno l' asse la corda DBG, da cui penda il peso G, e applicando un' altra corda intorno alla maggior

costringendo a montare l' altro G; dove si dee necessità di circondar la corda intorno la ruota, il peso I penda secondo la linea tangente la detta se si sospendesse il medesimo peso, sicchè pen punto F, segando detta ruota, come si vede per FNM, non più si faria il moto, essendo diminuito mento del peso M, il quale non graverebbe più che pendesse dal punto N, perchè la distanza della sua sospensione dal centro A viene determinata dalla linea AN, perpendicolarmente casca sopra la corda FM, e non più il semidiametro della ruota AF, il quale ad angoli disuguali casca sopra la detta linea FM. Facendosi dunque forza nella circonferenza della ruota da corpo grave e inanimato, il quale non abbia altro impeto che d' andare al basso, è necessario che sia sospeso da una linea, la quale sia contingente della ruota, e non che la seghi. Ma se nella medesima circonferenza fosse applicata forza animata, la quale avesse momento di far impeto per tutti i versi, potria far l' effetto costituita in qualsivoglia luogo di detta circonferenza; e così posta in F leverebbe il peso G col volgere intorno la ruota, tirando non secondo la linea FM al basso, ma in traverso, secondo la contingente FL, la quale fa angolo retto con quella che dal centro A si tira al punto del contatto F; perchè venendo in questa forma misurata la distanza dal centro A alla forza posta in F secondo la linea AF perpendicolare alla FL, per la quale si fa l' impeto, non si verria ad avere alterato in parte alcuna l' uso della Leva ordinario. E notisi, che l' istesso si saria potuto fare ancora con una forza inanimata, purchè si fosse trovato modo di far sì che il suo momento facesse impeto nel punto F, attraendo secondo la linea tangente FL, il che si farebbe con aggiungere sotto la linea FL una girella volubile, facendo passare sopra di essa la corda avvolta intorno la ruota, come si vede per la linea FLX, sospendendoli nel-

l'estremità il peso X eguale all' altro I, il quale esercitando la forza secondo la linea FL, verria a conservare dal centro A distanza sempre eguale al semidiametro della ruota. Da quanto si è dichiarato raccoglieremo per conclusione, in questo strumento la forza al peso aver sempre l' istessa proporzione, che il semidiametro dell' asse al semidiametro della ruota.

Dallo strumento esplicato non è molto differente quanto alla forma l'altro strumento, il quale domandiamo Argano, anzi non in altro differisce che nel modo di applicarlo, essendochè l' asse nella ruota va mosso e costituito eretto all' orizzonte, e l'Argano lavora col suo movente parallelo all' orizzonte medesimo. Imperocchè se intenderemo sopra il cerchio DAE (1) esser posto un asse di figura colonnare volubile intorno il centro B, e sopra di esso avvolta la corda DH legata al peso da strascinarsi, se in detto asse s' inserirà la stanga FEBD, e che nella sua estremità F venga applicata la forza di un uomo ovvero di un cavallo o di altro animale atto nato al tirare, il quale movendosi in giro cammini sopra la circonferenza FGC, si viene ad aver formato e fabbricato l'Argano, sicchè nel condurre intorno la stanga FBD girerà intorno l' asse o ceppo dell' Argano EAD, e dalla corda, che ad esso intorno si avvolgerà, sarà co-

e detto, cioè l'utilità che da
esser quella che comunemente,
de' Meccanici, cioè che defrau-
in macchine superare la sua re-
on picciola forza, essendochè noi
medesima forza posta in F, nel
il medesimo moto, condurria il
desima distanza senza macchina al-
sto per esempio che la resistenza del
maggiore della forza posta in E,
mover detta resistenza, che la linea FB
, e per conseguenza che la circonfe-
C sia altresì decupla della circonfe-
e quando la forza si sarà mossa una
conferenza del cerchio FGC, l'asse ABD,
avvolge la corda attraente il peso, averà
a volta sola, è manifesto che il peso H
più che la decima parte di quello che
movente. Se dunque la forza per far muo-
nza maggiore di sè per un dato spazio, col
macchina, ha bisogno di muoversi dieci
n è dubbio alcuno che dividendo quel peso
ciascuna di esse saria stata eguale alla forza,
nza si saria potuta trasportare, una per volta,
rvallo, per quanto ella stessa si moveria; sic-
dieci viaggi, ciascheduno eguale alla circonfe-
non averia camminato più che movendosi una
per la circonferenza FGC, e averia condotto il
peso H nella medesima distanza. Il comodo dun-
si trae da queste macchine, è di condurre tutto
unito, ma non con manco fatica, o con maggior pre-
o per maggior intervallo di quello che la medesima
potesse fare conducendolo a parte a parte.

DELLE TAGLIE.

Gli strumenti, la natura de' quali si può ridurre, come a suo principio e fondamento, alla Libra, sono li già dichiarati, e altri pochissimo da quelli differenti. Ora per intender quello che si ha da dire circa la natura delle Taglie, fa di bisogno che speculiamo prima un altro modo di usare il Vette, il quale ci conferirà molto all' investigazione della forza delle Taglie, e all' intelligenza di altri effetti meccanici. L'uso della Leva di sopra dichiarato poneva in una delle estremità il peso e nell'altra la forza, e il sostegno veniva collocato in qualche luogo tralle estremità; ma possiamo servirci della Leva in un altro modo ancora, ponendo, come si vede nella presente figura (1), il sostegno nell' estremità A, la forza nell' altra estremità C, e il peso D pendente da qualche punto di mezzo, come si vede nel punto B; nel qual modo è chiara cosa, che se il peso pendesse da un punto egualmente distante dalli due estremi A, C, come dal punto F, la fatica del sostenerlo saria egualmente divisa tra li due punti A, C, sicchè la metà del peso saria sentito dalla forza C, essendo l' altra metà sostenuta dal sostegno A; ma se il grave sarà appeso in

a sostenerlo: adunque qualunque forza avrà momento eguale a quello del peso E, e che potrà sostenerlo, sarà bastante ancora a sostenere il peso D. Ma ponendosi nel punto C forza tale, il cui momento al peso E abbia quella proporzione, che ha la distanza GA alla distanza AC, è bastante a sostenere il peso E; sarà dunque la medesima forza potente ancora a sostenere il peso D, il cui momento uguaglia quello del peso E: ma la proporzione, che ha la linea GA alla linea AC, ha ancora AB alla medesima, essendosi posta GA eguale ad AB, e perchè li pesi E, D, sono eguali, avrà ciascun di loro alla forza posta in C l'istessa proporzione; dunque si conchiude, la forza in C uguagliare il momento del peso D ogni volta che esso abbia quella proporzione, che ha la distanza BA alla distanza CA; e nel muover il peso colla Leva usata in questo modo, comprendesi, come negli altri strumenti, in questo ancora quanto si guadagna di forza, tanto perdersi di velocità. Imperocchè levando la forza C il Vette, e trasferendolo in AI, il peso vien mosso per l'intervallo BH, il quale è tanto minore dello spazio CI passato dalla forza, quanto la distanza AB è minore della distanza AC, cioè quanto essa forza è minore del peso.

Dichiarati questi principj passeremo alla speculazione delle Taglie, delle quali la struttura e composizione si dichiarerà insieme colli loro usi. E prima intendasi la girella ABC (1), fatta di metallo o legno duro, volubile intorno al suo assetto, che passi per lo suo centro D, e intorno a questa girella posta la corda EABCF, da un capo della quale penda il peso E, e dall'altro intendasi la forza F. Dico, il peso esser sostenuto da forza eguale a sè medesimo, nè la girella superiore ABC apportar beneficio alcuno circa il muovere o sostenere il detto peso colla forza posta in F. Imperocchè se intenderemo dal centro D, che è in luogo di

(1) Tav. II, Fig. 11.

sostegno, esser tirate due linee fino alla circonferenza della girella ai punti A, C, ne' quali le corde pendenti toccano la circonferenza, averemo una Libra di braccia eguali, essendo li semidiametri DA, DC eguali, li quali determinano la distanza delle due sospensioni dal centro e sostegno D. Onde è manifesto, il peso pendente da A non poter essere sostenuto da peso minore pendente da C, ma sibbene da eguale: tale è la natura de' pesi eguali pendenti da distanze eguali. E ancorchè nel muoversi a basso la forza F, si venga a girare intorno la girella ABC, non però si muta l' altitudine, o rispetto, che il peso e la forza hanno alle due distanze AD, DC, anzi la girella circondotta diventa una Libra simile all' AC, ma perpetuata. Dal che possiamo comprendere quanto puerilmente s' ingannasse Aristotile, il quale stimò che col far maggiore la girella ABC si potesse con manco fatica levare il peso, considerando come all' accrescimento di tale girella si accresceva la distanza DC; ma non considerò che altrettanto si cresceva l' altra distanza del peso, cioè l' altro semidiamentro DA. Il benefìcio dunque, che dallo strumento suddetto si possa trarre, è nullo in quanto alla diminuzione della fatica. E se alcuno domandasse onde avvenga che in molte occasioni di levar pesi si serva l' arte di questo mezzo, come per

solamente il modo dell' applicarla. Ma se ci serviremo di una simil macchina in altra maniera, come al presente siamo per dichiarare, potremo levare il peso con diminuzione di forza. Imperocchè sia la girella BDC (1), volubile intorno il centro E, collocata nella sua cassa o armatura BLC, dalla quale sia sospeso il grave G: passi intorno alla girella la corda ABDCF, della quale il capo A sia fermato a qualche ritegno stabile, e nell' altro F sia posta la forza, la quale movendosi verso H alzerà la macchina BLC, e conseguentemente il peso G: in questa operazione dico la forza in F esser la metà del peso sostenuto da lei. Imperocchè venendo il detto peso retto dalle due corde AB, FC, è manifesto, la fatica essere ugualmente compartita tra la forza F e il sostegno A; ed esaminando più sottilmente la natura di questo strumento, producendo il diametro della girella BEC, vedremo farsi una Leva, dal cui mezzo, cioè sotto il punto E, pende il grave, e il sostegno viene ad essere nell' estremità B, e la forza nell' altra estremità C, onde, per quello che si è di sopra dimostrato, la forza al peso avrà la proporzione medesima, che ha la distanza EB alla distanza BC: però sarà la metà di esso peso. E perchè, la forza alzandosi verso H, la girella vada intorno, non però si muta mai quel rispetto e costituzione, che hanno tra di loro il sostegno B e il centro E, da cui dipende il peso e il termine G, nel quale opera la forza; ma nella circonduzione si vengono bene a variare di numero li termini B, C, ma non di virtù, succedendo continuamente altri e altri in loro luogo, onde la leva BC viene a perpetuarsi. E qui (come negli altri strumenti si è fatto, e ne'seguenti si farà) non passeremo senza considerazione, come il viaggio che fa la forza venga ad esser doppio del movimento del peso. Imperocchè quando il peso sarà mosso, finchè la linea BC

(1) Tav. II, Fig. 12.

sia pervenuta colli suoi punti B, C alli punti A, F, è necessario che le due corde eguali AB, FC si siano distese in una sola linea FH; e per conseguenza quando il peso sia salito per l' intervallo BA, la forza si sia mossa il doppio, cioè da F in H.

Considerando poi come la forza in F, per alzare il peso, deve muoversi all' insù, il che a' moventi inanimati, per esser loro più gravi, è del tutto impossibile, ed agli animati, se non impossibile, almeno più laborioso che il far forza all' ingiù, però, per sovvenire a questo incomodo, si è trovato rimedio con aggiungere un' altra girella superiore, come nella figura che qui si vede (1), dove la corda CEGF si è fatta passare intorno alla girella superiore GF sostenuta dall' appiccagnolo L, sicchè passando la corda in H, e quivi trasferendo la forza E, sarà potente a muovere il peso X col tirare a basso, ma non però che ella debba esser minore di quella che era in E. Imperocchè i movimenti delle forze E, H, pendenti dalle eguali distanze FD, DG della girella superiore, restano sempre eguali, nè essa girella superiore (come si è di sopra mostrato) arriva a diminuzione alcuna nella fatica. Inoltre essendo stato necessario, per la giunta della girella superiore, introdurre l' appendicolo B, da cui venga sostenuta, ci tornerà di qual-



che sia possibile, dimostriamo il modo di crescerla secondo qualsivoglia multiplicità: e prima parleremo della multiplicità secondo i numeri pari e poi impari; e per mostrare come si possa aumentare la forza in proporzione quadrupla, proporremo la seguente speculazione come lemma delle cose seguenti.

Siano le due Leve AB, CD (1) colli sostegni nelle estremità A, C, e dai mezzi di ciascheduna di esse penda il grave G sostenuto da due forze di momenti eguali poste in B, D. Dico il momento di ciascheduna di esse uguagliare il momento della quarta parte del peso G. Imperocchè sostenendo le due forze B, D egualmente, è manifesto, la forza D non aver contrasto se non della metà del peso G. Ma quando la forza D sostenga col Vette DC la metà del peso G pendente da F, si è già dimostrato avere essa forza D al peso così da essa sostenuto quella proporzione, che ha la distanza FC alla distanza CD, la quale è proporzione suddupla. Adunque il momento D è sudduplo al momento della metà del peso G sostenuto da lui; onde ne seguita esser la quarta parte del momento di tutto il peso. Nell'istesso modo si dimostrerà questo medesimo del momento B: e ciò è ben ragionevole, che essendo il peso G sostenuto dai quattro punti A, B, C, D egualmente, ciascheduno di essi senta la quarta parte della fatica.

Venghiamo adesso ad applicare questa considerazione alle Taglie; e intendasi il peso X (2) pendente dalle due girelle AB, DE, circonducendo intorno ad esse, e alla superior girella GH, la corda, come si vede per la linea IDEHGAB, sostenendo tutta la macchina nel punto K. Dico adesso, che posta la forza in M potrà sostenere il peso X, quando sia eguale alla quarta parte di esso. Imperocchè se c'immagineremo li due diametri DE, AB, e il peso pendente

(1) Tav. II, Fig. 14.

(2) Tav. II, Fig. 15.

dalli punti di mezzo F, C, averemo due Vetti simili ai già dichiarati, i sostegni de' quali rispondono ai punti D, A, onde la forza posta in B, o vogliam dire in M, potrà sostenere il peso X, essendo la quarta parte di esso. E se di nuovo aggiungeremo un' altra girella superiore, facendo passar la corda in MON, trasferendo la forza M in N, potrà sostenere il medesimo peso gravando al basso, non augumentando o diminuendo la forza la girella superiore, come si è dichiarato. E noteremo parimente come per far ascendere il peso debbono passar le quattro corde BM, EH, DI, AG, onde il movente avrà da camminare quanto esse quattro corde son lunghe, e con tutto ciò il peso non si muoverà se non quanto è la lunghezza di una sola di esse: sicchè sia detto per avvertimento e confermazione di quello che più volte si è detto, cioè, che con qual proporzione si diminuisce la fatica nel movente, se gli accresce all' incontro la lunghezza del viaggio.

Ma se vorremo crescer la forza in proporzione sestupla, bisognerà che aggiunghiamo un' altra girella alla Taglia inferiore; il che acciò meglio s' intenda, metteremo avanti la presente speculazione. Intendansi dunque le tre leve AB, CD, EF (1), e dai mezzi di esse G, H, I, pendente il peso K, e nelle estremità B, D, F tre potenze eguali che sostengano il peso K, sicchè ciascheduna di esse ne verrà a sostenere la terza parte; e perchè la potenza in B, sostenendo col Vette BA il peso pendente in G, viene ad essere la metà di esso peso, e già si è detto quella sostenere la terza parte del peso K, adunque il momento della forza B è eguale alla metà della terza parte del peso K, cioè alla sesta parte di esso. Il medesimo si dimostrerà delle altre forze D, F; dal che possiamo facilmente comprendere, come ponendo nella Taglia inferiore tre girelle, e nella superiore

(1) Tav. II, Fig. 16.

due o tre altre, possiamo moltiplicare la forza secondo il numero senario; e volendola crescere secondo qualsivoglia altro numero pari, si moltiplicheranno le girelle della Taglia di sotto secondo la metà di quel numero, conforme al quale si ha da moltiplicare la forza, circomponendo alle Taglie la corda, sicchè l'uno de' capi si fermi alla Taglia superiore, e nell'altro sia la forza.

Passando ora alla dichiarazione del modo di moltiplicar la forza secondo i numeri dispari, e facendo principio dalla proporzione tripla; prima metteremo avanti la presente speculazione, come che dalla sua intelligenza dipende la cognizione di tutto il presente negozio. Sia perciò la leva AB (1), il cui sostegno A, e dal mezzo di essa, cioè dal punto C, penda il grave D, il quale sia sostenuto da due forze eguali, l'una delle quali sia applicata al punto C, e l'altra all'estremità B. Dico, ciascuna di esse potenze aver momento eguale alla terza parte del peso D. Imperocchè la forza in C sostiene peso eguale a sè stessa, essendo collocata nella medesima linea, nella quale pende e grava il peso D; ma la forza in B sostiene del peso D parte doppia di sè stessa, essendo la sua distanza dal sostegno A, cioè la linea BA, doppia della distanza AC, dalla quale è sospeso il grave; ma perchè si suppone le due forze in B e in C esser tra di loro eguali, adunque la parte del peso D, che è sostenuta dalla forza in B, è doppia della parte sostenuta dalla forza in C. Se dunque del grave D siano fatte due parti, l'una doppia della rimanente, la maggiore è sostenuta dalla forza in B, e la minore dalla forza in C; ma questa minore è la terza parte del peso D, adunque il momento della forza in C è eguale al momento della terza parte del peso D, al quale per conseguenza verrà ad esser eguale la forza B, avendola noi supposta eguale all'altra forza C. Onde è ma-

(1) Tav. II, Fig. 17.

ridotta il nostro intento, che era di dimostrare, come ca-scuna delle due potenze C, B si aggiunga alla terza parte del peso B: il che avendo dimostrato, faremo passaggio alle Taglie, e descriveremo la girella inferiore ACB volubile intorno al centro G, e da essa pendente il peso H, segue-remo l'altra superiore EF, avvolgendo intorno ad ambedue la corda DFEACBI, di cui il capo D sia fermato alla Taglia inferiore, e all'altro I sia applicata la forza, la quale forza, che sostenendo o movendo il peso H non sentirà altro che la terza parte della gravità di quello. Imperocchè considerando la struttura di tal macchina, vedremo il diametro AB tenere il luogo di una leva, nel cui termine B viene applicata la forza I, e nell'altro A è posto il sostegno, dal mezzo G è pendente il grave H, e nell'istesso luogo è applicata un'altra forza D: sicchè il peso viene fermato dalle tre corde IB, FD, EA, le quali con egual fatica sostengono il peso. Ora per quello che già si è speculato, essendo le due forze D, B applicate l'una al mezzo della leva AB, e l'altra al termine estremo B, è manifesto ciascheduna di esse non sentire altro che la terza parte del peso H. Adunque la potenza I, avendo momento eguale al terzo del peso H, potrà sostenerlo e muoverlo: ma però il viaggio della forza in I sarà triplo al cammino che farà il peso, dovendo la

grandissima acconciamente si adatta, ed è in maniera fabbricata, che occupando pochissimo luogo fa quegli effetti, che altri strumenti non fariano, se non fossero ridotti in gran macchina. Essendo dunque la Vite di bellissima e utilissima invenzione, meritamente dovremo affaticarci in esplicare, quanto più chiaramente si potrà, la sua origine e natura; per lo che fare daremo principio ad una speculazione, la quale benchè di prima vista sia per apparire alquanto lontana dalla considerazione di tale strumento, nientedimeno è la sua base e fondamento.

Non è dubbio alcuno tale esser la costituzione della natura circa i movimenti delle cose gravi, che qualunque corpo, che in sè ritenga gravità, ha propensione di muoversi, essendo libero, verso il centro, e non solo per la linea retta perpendicolare, ma ancora (quando altrimenti far non possa) per ogni altra linea, la quale avendo qualche inclinazione verso il centro, vada a poco a poco abbassandosi; e così veggiamo l'acqua non solamente cadere a basso a perpendicolo da qualche luogo eminente, ma ancora discorrere intorno alla superficie della terra sopra linee, benchè pochissimo inclinate, come nel corso de' fiumi si scorge, de' quali, purchè il letto abbia qualche poco di pendenza, l' acque vanno liberamente declinando al basso: il qual medesimo effetto, siccome si scorge in tutti i corpi fluidi, apparirebbe ancora ne' corpi duri, purchè la figura loro, e gli altri impedimenti accidentarj ed esterni non lo vietassero. Sicchè avendo noi una superficie molto ben tersa e pulita, qual saria di uno specchio, e una palla perfettamente rotonda e liscia, o di marmo, o di vetro, o di simil materia atta a pulirsi, questa collocata sopra la detta superficie anderà movendosi, purchè quella abbia qualche poco d' inclinazione, ancorchè minima, e solamente si fermerà sopra quella superficie, la quale sia esattamente livellata, ed equidistante al piano dell'orizzonte, quale per esempio saria la superficie

di un lago o stagno agghiacciato, sopra la quale il detto corpo sferico staria fermo, ma con disposizione di essere da ogni picciolissima forza mosso: perchè avendo noi inteso come, se tal piano inclinasse solamente quanto è un capello, la detta palla vi si muoverebbe spontaneamente verso la parte declive, e per l'opposito avrebbe resistenza, nè si potria muovere senza qualche violenza verso la parte acclive o ascendente; resta per necessità cosa chiara, che nella superficie esattamente equilibrata detta palla resti come indifferente, e dubbia tra il moto e la quiete, sicchè ogni minima forza sia bastante a muoverla, siccome all'incontro ogni pochissima resistenza, qual'è quella sola dell'aria, che la circonda, sia potente a tenerla ferma.

Dal che possiamo prendere come per assioma indubitato questa conclusione, che i corpi gravi, rimossi tutti gl'impedimenti esterni e avventizj, possono esser mossi nel piano dell'orizzonte da qualunque minima forza: ma quando il medesimo grave doverà essere spinto sopra un piano ascendente, già cominciando egli a contrastare a tale salita, avendo inclinazione al contrario moto, si ricercherà maggiore violenza, e maggior ancora, quanto più detto piano averà di elevazione; come per esempio, essendo il mobile G (1) costituito sopra la linea AB parallela all'orizzonte, sarà esso, come si è detto, indifferente al moto o alla quiete, sicchè da minima forza potrà esser mosso. Ma se avremo i piani elevati AC, AD, AE, sopra di essi non sarà spinto se non con violenza, la quale maggiore si richiederà per muoverlo sopra la linea AD che sopra l'AC, e maggior ancora sopra l'AE, che sopra l'AD; il che procede per avere egli maggiore impeto di andare al basso per la linea AE che per l'AD, e per la AD che per l'AC, sicchè potremo parimente concludere, i corpi gravi aver maggior resistenza ad esser mossi sopra piani elevati diversamente, secondo che

(1) Tav. III, Fig. 10.

l'uno sarà più o meno elevato dell'altro, e finalmente grandissima esser la resistenza del medesimo grave all'essere alzato nella perpendicolare AF. Ma quale sia la proporzione, che deve avere la forza al peso per poterlo tirare sopra diversi piani elevati, sarà necessario che si dichiari esattamente, avanti che procediamo più oltre, acciò perfettissimamente possiamo intendere tutto quello che ne resta a dire.

Fatte dunque cascare le perpendicolari dai punti C, D, E sopra la linea orizzontale AB, che siano CH, DI, EK, si dimostrerà, il medesimo peso essere sopra il piano elevato AC, mosso da minor forza, che nella perpendicolare AF, dove viene alzato da forza a sè stesso eguale, secondo la proporzione, che la perpendicolare CH è minore dell'AC; e sopra il piano AD aver la forza al peso l'istessa proporzione, che ha la linea perpendicolare ID alla DA; e finalmente nel piano AE osservare la forza al peso la proporzione dell'EK all'EA.

È la presente speculazione stata tentata ancora da Pappo Alessandrino nell'8 libro delle sue Collezioni Matematiche: ma, per mio avviso, non ha toccato lo scopo, e si è abbagliato nell'assunto ch'ei fa, dove suppone, il peso dovere esser mosso nel piano orizzontale da una forza data, il che è falso, non si ricercando forza sensibile (rimossi gl'impedimenti accidentarj, che dal teorico non si considerano) per muovere il dato peso nell'orizzonte, sicchè in vano si va poi cercando con qual forza sia per essere mosso sopra il piano elevato. Meglio dunque sarà il cercare, data la forza che muove il peso insù a perpendicolo, la quale pareggia la gravità di quello, quale deve esser la forza che lo muova nel piano elevato; il che tenteremo noi di conseguire con aggressione diversa da quella di Pappo.

Intendasi dunque il cerchio AIC (1), e in esso il diametro ABC, e il centro B, e due pesi d'eguali momenti nelle

(1) Tav. III, Fig. 20.

estremità A, C, sicchè essendo la linea AC un Vette o Libra mobile intorno al centro B, il peso C verrà sostenuto dal peso A. Ma se c' immagineremo il braccio della Libra BC esser inchinato al basso secondo la linea BF, in guisa tale però che le due linee AB, BF restino salde insieme continuate nel punto B, allora il momento del peso C non sarà più eguale al momento del peso A per esser diminuita la distanza del punto F dalla linea della direzione, che dal sostegno B secondo la BI va al centro della terra. Ma se tireremo dal punto F una perpendicolare alla BC, quale è la FK, il momento del peso in F sarà come se pendesse dalla linea KB, e quanto la distanza KB è diminuita dalla distanza BA, tanto il momento del peso F è scemato dal momento del peso A. E così parimente inchinando ancora più il peso, come saria secondo la linea BL, il suo momento verrà scemando, e sarà come se pendesse dalla distanza BM, secondo la linea ML, nel qual punto L potrà esser sostenuto da un peso posto in A, tanto minore di sè, quanto la distanza BA è maggiore della distanza BM. Vedasi dunque come nell' inclinare a basso per la circonferenza CFLI il peso posto nell' estremità della linea BC, viene a scemarsi il suo momento e impeto d'andare a basso di mano in mano più, per esser sostenuto più e più dalle linee BF, BL.

bitatamente potremo affermare, che venendo al basso il grave dal punto C per la circonferenza CFLI, nel primo punto C il suo momento di discendere sia totale e intero, perchè non viene in parte alcuna sostenuto dalla circonferenza, e non è in esso primo punto C in disposizione a moto diverso di quello, che libero farebbe nella perpendicolare e contingente DCE. Ma se il mobile sarà costituito nel punto F, allora dalla circolar via, che gli è sottoposta, viene in parte la gravità sua sostenuta, e il suo momento d' andare al basso diminuito con quella proporzione, colla quale la linea BK è superata dalla BC; ed è il detto mobile in F, nel primo punto di tale suo moto, come se fosse nel piano elevato secondo la contingente linea GFH, perciocchè l' inclinazione della circonferenza nel punto F non differisce dall' inclinazione della contingente FG altro che l' angolo insensibile del contatto. Nel medesimo modo troveremo nel punto L diminuirsi il momento dell' istesso mobile come la linea BM si diminuisce dalla BC, sicchè nel piano contingente il cerchio nel punto L, qual saria secondo la linea NLO, il momento di calare al basso scema nel mobile con la medesima proporzione. Se dunque sopra il piano HG il momento del mobile si diminuisce dal suo totale impeto, quale ha nella sua perpendicolare DCE, secondo la proporzione della linea KB alla linea BC e BF, essendo per la similitudine dei triangoli KBF e KFH la proporzione medesima tra le linee KF, FH che tra le dette KB, BF, concluderemo, la proporzione del momento intero e assoluto, che ha il mobile nella perpendicolare all' orizzonte, a quello che ha sopra il piano inclinato HF, essere la medesima che la proporzione della linea HF alla linea FK, cioè che la lunghezza del piano inclinato alla perpendicolare, che da esso cascherà sopra l' orizzonte. Sicchè passando a più distinta figura, qual' è la presente (1), il momento di

(1) Tav. III, Fig. 21.

venir al basso, che ha il mobile sopra il piano inclinato FH, al suo totale momento, col quale gravita nella perpendicolare all'orizzonte FK, ha la medesima proporzione che essa linea KF alla FH. E se così è, resta manifesto, che siccome la forza, che sostiene il peso nella perpendicolazione FK, dee essere ad esso eguale, così per sostenerlo nel piano inclinato FH basterà che sia tanto minore, quanto essa perpendicolare FK manca dalla linea FH; e perchè, come altra volta si è avvertito, la forza per muovere il peso basta che insensibilmente superi quella che lo sostiene, però concluderemo questa universal proposizione col dire: sopra il piano la forza al peso avere la medesima proporzione, che la perpendicolare dal termine del piano tirata all' orizzonte, alla lunghezza di esso piano.

Ritornando ora al nostro primo istituto, che era d'investigar la natura della Vite, considereremo il triangolo ABC (1), del quale la linea AB sia orizzontale, la BC perpendicolare ad esso orizzonte, e AC piano elevato, sopra il quale il mobile D verria tirato da forza tanto di quello minore, quanto essa linea BC della CA è più breve. Ma per elevare il medesimo peso sopra l' istesso piano AC, tanto è che, stando fermo il triangolo CAB, il peso D sia mosso verso C, quanto saria se non si rimovendo il medesimo peso dalla perpendicolare AE, il triangolo si spingesse avanti verso H, perchè quando fosse nel sito FHG, il mobile si troveria aver montato l' altezza AI. Ora finalmente la forma ed essenza primaria della Vite non è altro che un simil triangolo ACB, il quale spinto innanzi sottentra al grave da alzarsi, e se lo leva, come si dice, in capo, e tale fu la sua prima origine. Considerando (qual si fusse il suo primo inventore) che come il triangolo ABC venendo innanzi solleva il peso D, così si poteva fabbricare un istrumento simile al detto trian-

(1) Tav. III, Fig. 22.

golo di qualche materia ben salda, il quale spinto innanzi elevasse il proposto peso; ma considerando poi meglio come una tal macchina si poteva ridurre in forma assai più piccola e comoda, preso il medesimo triangolo lo circondò e avvolse intorno al cilindro ABCD (1) in maniera, che l'altezza del detto triangolo, cioè la linea CB, faceva l'altezza del cilindro, e il piano ascendente generava sopra il detto cilindro la linea elica disegnata per la linea AEFGH, che volgarmente addimandiamo il verme della Vite, che nasce dalla linea AC; e in questa maniera si genera l'istrumento da' Greci detto Coclea, e da noi Vite, il quale volgendosi attorno, viene subentrando col suo verme al peso, e con facilità lo solleva. E avendo noi dimostrato, come sopra il piano elevato la forza al peso ha la medesima proporzione che l'altezza perpendicolare del detto piano alla sua lunghezza, così intenderemo la forza nella Vite ABCD moltiplicarsi secondo la proporzione che la lunghezza di tutto il verme AEFGH eccede l'altezza CB; dal che venghiamo in cognizione, come formandosi la Vite colle sue elici più spesse, riesce tanto più gagliarda, come quella che viene generata da un piano manco elevato, e la cui lunghezza riguarda con maggior proporzione la propria altezza perpendicolare. Ma non resteremo di avvertire, come volendo ritrovare la forza di una Vite proposta, non sarà di mestiere che misuriamo la lunghezza di tutto il suo verme, e l'altezza di tutto il cilindro, ma basterà che andiamo esaminando quante volte la distanza tra due soli e contigui termini entra in una sola rivolta del medesimo verme, come saria per esempio, quante volte la distanza AF viene contenuta nella lunghezza della rivolta AEF, perciocchè questa è la medesima proporzione, che ha tutta l'altezza CB a tutto il verme.

(1) Tav. III, Fig. 23.

Quando si sia compreso tutto quello, che sin qui abbiamo dichiarato circa la natura di questo istrumento, non dubito punto che tutte le altre circostanze potranno senza fatica esser intese; come saria per esempio, che in luogo di far montare sopra la Vite il peso, se le accomoda la sua madre vite con l'elice incavata, nella quale entrando il maschio, cioè il verme della Vite, voltata poi intorno, solleva e innalza la madre insieme col peso, che ad essa fosse appiccato. Finalmente non è da passare sotto silenzio quella considerazione, la quale da principio si disse esser necessaria avere in tutti gli strumenti meccanici, cioè che quanto si guadagna di forza per mezzo loro, altrettanto si scapita nel tempo e nella velocità, il che per avventura non potria parere ad alcuno così vero e manifesto nella presente speculazione: anzi pare che qui si moltiplichi la forza senza che il motore si muova per più lungo viaggio che il mobile. Essendochè se intenderemo nel triangolo ABC (1) la linea AB essere il piano dell'orizzonte, AC piano elevato, la cui altezza sia misurata dalla perpendicolare CB, un mobile posto sopra il piano AC, e ad esso legata la corda EDF, e posta in F una forza o un peso, il quale alla gravità del peso E abbia la medesima proporzione, che la linea BC alla CA, per quello che si è dimostrato, il peso F

to per ispazio eguale a tutta la linea AC; e perchè i rpi gravi non fanno resistenza ai moti trasversali, se non quanto essi vengono a discostarsi dal centro della terra, rò non si essendo il mobile E in tutto il moto AC alzato ù che sia la linea CB, ma l'altro F abbassato a perpenicolo quanto è tutta la lunghezza AC, potremo meritaente dire, il viaggio della forza F al viaggio della forza E nantenere quella istessa proporzione, che ha la linea AC alla B, cioè il peso E al peso F. Molto dunque importa il consiterare per quali linee si facciano i moti, e massime nei gravi inanimati, de' quali i momenti hanno il loro totale vigore e la intera resistenza nella linea perpendicolare all'orizzonte, e nell'altre trasversalmente elevate o inchinate servano solamente quel più o meno vigore, impeto, o resistenza, secondo che più o meno le dette inclinazioni s'avvicinano alla perpendicolare elevazione.

DELLA COCLEA D'ARCHIMEDE PER LEVAR L'ACQUA.

Non mi pare che in questo luogo sia da passar con silenzio l'invenzione d'Archimede d'alzar l'acqua colla Vite, la quale non solo è maravigliosa, ma è miracolosa, poichè troveremo che l'acqua ascende nella Vite sempre discendendo, e in un dato tempo, con una data forza, ne solleva indicibile quantità. Ma prima che ad altro venghiamo, dichiareremo l'uso della Vite nel far salire l'acqua; e considerisi nella seguente figura (1) intorno alla colonna MIKH esser avvolta la linea ILOPQRSH, la quale sia un canale, per lo quale possa scorrere l'acqua: se metteremo l'estremità I nell'acqua facendo stare la Vite pendente, e tanto che il punto L sia più basso del primo I, come dimostra il disegno, e la volgeremo in giro intorno li due perni T, V, l'acqua per lo canale anderà scorrendo, fin che finalmente verserà fuori della bocca H. Ora dico

(1) Tav. III, Fig. 25.

che l'acqua, nel condursi dal punto I al punto H, è venuta sempre discendendo, ancorchè il punto H sia più alto del punto I; il che esser così dichiareremo in tal modo. Descriveremo il triangolo ACB, il quale sia quello onde si generi la Vite HI, di maniera che il canale della Vite venga figurato dalla linea AC, la cui salita ed elevazione vien determinata per l'angolo CAB, cioè, che se il detto angolo sarà la terza parte o la quarta di un retto, la elevazione del canale AC, sarà secondo $\frac{1}{3}$ o $\frac{1}{4}$ di un angolo retto; ed è manifesto che la salita di esso canale AC verrà tolta via abbassando il punto C infino al B, perchè allora il canale AC non avrà elevazione alcuna; e abbassando il punto C un poco sotto il B, l'acqua naturalmente scorrerà per lo canale AC al basso dal punto A verso il C. Concludiamo dunque, che sendo l'angolo A $\frac{1}{3}$ di un retto, il canale AC non avrà più salita, abbassandolo dalla parte C per lo $\frac{1}{3}$ di un retto angolo.

Intese queste cose, avvolgiamo il triangolo intorno la colonna, e facciamo la Vite BAEFGHID (1), la quale si constituirà dritta ad angoli retti coll'estremità B in acqua: volgendosi attorno, non per questo tirerà insù l'acqua, essendo il canale attorno la colonna elevato, come si vede per la parte BA; ma se bene la colonna sta dritta ad an-

medesima disposizione che la parte IL, onde l' acqua successivamente anderà scendendo, e pur finalmente si troverà esser montata dal punto I al punto S. Il che di quanta maraviglia si sia, lascio giudicare a chi perfettamente l' averà inteso: e da quanto si è detto si viene in cognizione, come la Vite per alzar l' acqua deve essere inclinata un poco più della quantità dell' angolo del triangolo, dal quale si descrisse essa Vite.

DELLA FORZA DELLA PERCOSSA (1).

L' investigare qual sia la causa della forza della percossa è per più cagioni grandemente necessario; e prima perchè apparisce in essa molto più del maraviglioso di quello che in qualunque altro meccanico strumento si scorga, attesochè percuotendosi su un chiodo da ficcarsi in un durissimo legno, ovvero su un palo che debba penetrar dentro in terreno ben fisso, si vede per la sola virtù della percossa spingersi e l' uno e l' altro avanti; onde senza quella mettendosi sopra il martello, non pure non si muoverà, ma nè anco quando vi fusse appoggiato un peso molte e molte volte dell' istesso martello più grave. Effetto veramente maraviglioso, e tanto più degno di speculazione, quanto, per mio avviso, niuno di quelli, che sin qui ci hanno intorno filosofato, ha detto cosa che arrivi allo scopo; il che possiamo pigliare per certissimo segno e argomento dell' oscurità e difficoltà di tale speculazione. Perchè ad Aristotile

(1) Il Codice Palatino Par. V, Tom. 5, contiene copia di questo discorso di mano di Gioan Batista Baliani, ed è quella appunto che il geometra genovese trasmise allo stesso Galileo, il quale, a quanto sembra, non ne serbava memoria, come abbiamo dalle lettere di esso Baliani del 19 agosto e 9 settembre 1639. Sul rovescio del foglio sta scritto — *Della Percossa, discorsò mio primo ed antico* — d' altra mano che quella di Galileo, allora già cieco. Più diffusamente tocca Galileo della *Forza della Percossa* sul fine della sesta giornata dei Dialoghi delle Nuove Scienze.

[illegible] volessero la cagione di questo mirabile ef-
[illegible] alla lunghezza del manubrio o manico del
[illegible] che senza altro lungo discorso si possa sco-
[illegible] de' loro pensieri dall' effetto di quegli stru-
[illegible] manico, percuotono o col cadere da
[illegible] o coll' essere spinti con velocità per traverso.
[illegible] principio bisogna che ricorriamo volendo
[illegible] la verità di questo fatto, del quale benchè la ca-
[illegible] natura alquanto astrusa, e di difficile espli-
[illegible] anderemo tentando, con quella maggior lu-
[illegible] potremo, di renderla chiara e sensibile, mo-
[illegible] il principio e l' origine di questo effetto
[illegible] altro fonte, che da quello stesso onde sca-
[illegible] d' altri effetti meccanici. E questo sarà
[illegible] innanzi gli occhi quello, che in ogni altra ope-
[illegible] si è veduto accadere, cioè, che la forza,
[illegible] e lo spazio, per lo quale si fa il moto, si vanno
[illegible] con tal proporzione seguendo, e con tal legge
[illegible] che resistenza eguale alla forza sarà da essa
[illegible] per eguale spazio e con egual velocità di quella
[illegible] Parimente una forza, che sia la metà
[illegible] resistenza, potrà muoverla, purchè essa si
[illegible] doppia velocità, o vogliam dire per distanza
[illegible] maggiore di quella, che passerà la resistenza
[illegible] si è veduto in tutti gli altri stru-
[illegible] muovere qualunque gran resistenza da ogni
[illegible] forza, purchè lo spazio, per lo quale si
[illegible] la resistenza, abbia quella proporzione medesi-
[illegible] gran resistenza e la piccola forza si
[illegible] secondo la necessaria costituzione della
[illegible] rivolgendo il discorso, e argomentando per
[illegible] qual maraviglia sarà, se quella potenza, che
[illegible] grand' intervallo una piccola resistenza, ne
[illegible] volte maggiore per la centesima parte

di detto intervallo? niuna per certo; anzi quando altrimenti fosse, non pure saria assurdo, ma impossibile. Consideriamo dunque quale sia la resistenza all'esser mosso nel martello in quel punto dove va a percuotere, e quanto, non percuotendo, dalla forza ricevuta saria tirato lontano, e in oltre qual sia la resistenza al muoversi di quello che percuote, e quanto per una tal percossa venga mosso; e trovato come questa gran resistenza va avanti per una percossa tanto meno di quello che anderebbe il martello cacciato dall'impeto di chi lo muove, quanto detta gran resistenza è maggiore di quella del martello, cessi in noi la maraviglia dell'effetto, il quale non esce punto dai termini delle naturali costituzioni, e di quanto si è detto. Aggiungasi per maggior intelligenza l'esempio in termini particolari.

È un martello, il quale avendo quattro di resistenza, vien mosso da forza tale, che liberandosi da essa in quel termine dove fa la percossa, anderia lontano, non trovando l'intoppo, dieci passi, e viene in detto termine opposto un gran trave, la cui resistenza al moto è come quattro mila, cioè mille volte maggiore di quella del martello (ma non però è immobile, sicchè senza proporzione superi la resistenza del martello); però fatto in essa la percossa, sarà ben spinto avanti, ma per la millesima parte delli dieci passi, nei quali si sarà mosso il martello: e così, riflettendo con metodo converso quello, che intorno ad altri effetti meccanici si è speculato, potremo investigar la ragione della forza della percossa. So che qui nasceranno ad alcuni delle difficoltà e delle instanze, le quali però con poca fatica si torranno di mezzo, e noi le rimetteremo volontariamente tra i problemi meccanici, che in fine di questo discorso si aggiungeranno.

NOTE
INTORNO LE MECCANICHE
DI GALILEO.

Questo trattato della scienza meccanica nella sua brevità è così chiaro, che poco vi sarà da notare. Alcuno, per avventura principiante in questa materia, potrebbe a prima vista restar dubbioso vedendo chiamarsi parallele, e prendersi come tali nelle dimostrazioni le linee, o fila, alle quali si figurano sospesi i corpi gravi dalle estremità della Libra, poichè queste linee non sono infatti parallele concorrendo in un punto, cioè nel centro della terra, a cui vanno naturalmente tutte le parti della medesima. Non mancò fra i Matematici di grido chi accusasse perciò Archimede, perchè avesse fondata sopra questo preteso falso supposto una sua dimostrazione della quadratura della parabola. Lo difende da questa taccia il Torricelli con avvertire, che un Matematico potè, pel dritto che ha questa scienza di astrarre dalla materia, supporre dette linee parallele, non avendo determinato di qual natura si fossero le grandezze pendenti dai punti estremi della Libra, nè dove e in qual distanza si trovassero rispetto al centro della terra. Questa difesa però non ha luogo pel nostro Autore, parlando egli di quei corpi, i quali realmente tendono al comun centro delle cose gravi: onde essendo le linee delle loro direzioni indrizzate ad un medesimo punto, non sono in rigore parallele. Ma nondimeno come parallele sono considerate da Galileo e dagli altri Meccanici nella Libra, perchè sono sì poco l'una verso l'altra vicendevolmente inclinate, che possono prendersi per parallele, non arrivando a congiungersi se non in lontananza di circa 3860 miglia, che tanta, secondo i moderni Geografi, è la distanza dalla superficie della terra al suo centro, e secondo altri anche maggiore.

Tutti i corpi gravi esercitano la loro forza per quelle linee, per le quali scendono naturalmente, cioè per linee perpendicolari al globo terrestre, onde facil cosa fia il ritrovare le distanze di queste linee dal centro, intorno a cui essa Libra si rivolge. Ma poichè le dimostrazioni della Libra e del Vette, ovvero Leva, si applicano a qualunque genere di potenze, o forza che prema, o tiri in qualsisia modo per mezzo di tali strumenti, perciò è necessario, come avverte Galileo, aver sempre l'occhio alle linee delle direzioni, secondo le quali le potenze esercitano lo sforzo loro, e rispetto a queste linee vogliono sempre mi-

surarsi le distanze delle dette potenze dal punto, intorno a cui si rivolge la Libra o il Vette in qualsisia positura. Così, per esempio, se sarà una Libra o Vette inflesso ABC (1), il cui centro sia B, e due potenze opposte H ed E dai punti estremi A, C tirino secondo le linee delle direzioni IA, e CF, le distanze di queste potenze dal centro B si doveranno misurare non dalle lunghezze CB, AB, ma dalle perpendicolari BI, BF tirate sopra le linee EC, AI. Similmente se sarà il Vette AB (2), il cui sostegno, o centro del rivolgimento, sia A, ed all'estremità B siano applicate due potenze E, D, le quali tirino obliquamente per le linee delle direzioni HB, GB, le distanze delle due potenze dal centro A saranno le linee AG, AH. Ma sopra questa materia si veda il Borelli nella prima parte del moto degli animali, dove l'ha trattata profondamente.

Galileo con gli altri Meccanici ha spiegate le operazioni delle taglie con ridurle alla leva chiamata di secondo genere, ed è quella che ha il sostegno collocato non fra la potenza ed il peso, ma in una delle estremità sicchè il peso resti di mezzo. Non v'è mancato chi di ciò abbia dubitato, e un moderno Scrittore nel suo grosso volume di Meccanica n'ha fatta una lunga quistione, nella quale si è sforzato di provare che la taglia non può ridursi alla leva. Gli argomenti di questo Autore, e di alcun altro, che prima di lui ebbe questa opinione, non hanno distolto il Deschales, il De la Hire, e altri celebri scrittori delle cose meccaniche, che non abbiano seguitata la sentenza più ricevuta, senza nè pure prendersi briga di rispondere a quanto egli oppone. Per dare un saggio delle ragioni addotte in contrario, sulla istessa dodicesima figura di questo trattato delle taglie, nega l'Autore accennato che la girella BCD faccia l'uffizio di leva. Imperciocchè quantunque la girella non fusse volubile, ma fissa ed immobile nella sua cassa, la potenza applicata in F alzerebbe il peso G più facilmente, che se immediatamente e direttamente lo alzasse. S'aggiunge a ciò l'osservarsi, che la girella fissa nella taglia mobile fa l'istesso effetto che farebbe un anello attaccato al peso, se per quello similmente fusse passata la fune.

Questa ragione, come ognun vede, è frivolissima. Imperciocchè non v'ha alcuno Autore, che nel ridurre la taglia alla leva faccia fondamento sopra il rivolgimento della girella. Consideran tutti il peso G come pendente dal punto E, e sostenuto da due potenze applicate in B, C, ovvero dalla potenza in C mentre il punto B serve di soste-

(1) Tav. III, Fig. 27. (2) Tav. III, Fig. 28.

gno all'altra estremità della leva CB. Se la linea BC fusse un bastone, dal cui mezzo pendesse il grave G sostenuto da due potenze applicate negli estremi, ovvero da una potenza sola, mentre l'altro estremo fusse appoggiato ad un sostegno, in tal caso concede il contradditore, che quel bastone sarebbe una vera leva. Or se in vece di esser la linea BC un bastone sia un tronco di cilindro o di sfera, non si vede per qual cagione questa mutazione di figura debba alterare e mutare la natura della leva medesima, la quale si considera dai meccanici e dal nostro Autore in questo luogo, senza far capitale alcuno del suo giramento. Qual vantaggio poi si ritragga dall'essere la girella volubile è facile ad intendersi da ognuno, benchè per ciò non si cresca o scemi la forza, osservandosi che in una semplice taglia o carrucola, che serve a sollevare in alto l'acqua, o altri corpi gravi, conferisce non poco alla facilità d'alzare il peso l'essere facile a rivolgersi la girella, benchè non per tanto s'accresca la potenza o scemi il peso.

Che poi seguisse l'istesso effetto e vantaggio alla potenza, cioè d'essere la metà solamente del peso, se a questo s'attaccasse un anello invece della girella, ciò non conclude contro la leva; ma quando questo gli sia conceduto, prova solamente esservi molti modi per conseguire l'istesso fine: ed essendo, come confessa il contradditore, sì le girelle immobili, come gli anelli, molto scomodi per altro e svantaggiosi, apparisce chiaramente perchè sieno usate le taglie colle girelle volubili. Che se alcuno ama meglio il considerare principalmente il moto o velocità della potenza, che sempre eccede il moto o velocità del peso, non s'allontanerà dal sentimento de' migliori Meccanici, e di Galileo, il quale espressamente l'ha messo in considerazione. Da questo saggio potrà chicchessia immaginarsi di qual lega sieno l'altre ragioni, le quali non è necessario riferire.

Per ispiegare la forza stupenda delle vite, premette Galileo, fra l'altre cose, una proposizione come indubitata, ed è che i corpi gravi, rimossi tutti gl'impedimenti esterni e avventizj, possono esser mossi nel piano dell'orizzonte da qualunqne minima forza, onde soggiunge essersi abbagliato Pappo Alessandrino supponendo, il peso dover esser mosso nel piano orizzontale da una forza data e determinata. Questa proposizione di Galileo deve intendersi in buon senso: poichè per muovere un grave, anche nel piano orizzontale, v'abbisogna senza dubbio una qualche forza; ma questa non può determinarsi, perchè qualunque se ne assegni, potrà l'istesso corpo esser mosso da un'altra forza, che sia cento o mille e più volte minore dell'assegnata, in

quella guisa che per disturbare un esattissimo equilibrio non può determinarsi peso veruno, che si richiegga per questo effetto, bastando a far ciò ciascuno de' minimi infiniti pesi, che possono assegnarsi sempre minori di qualunque peso dato. Si vuole però avvertire circa il moto del corpo che dee muoversi, che s' intende di un moto qualunque, purchè sia senza determinarne la velocità. Che se questa si determinasse, e fusse data, allora sarebbe data parimente, e certa, la forza movente, perchè un corpo di una data mole, per esser mosso anche orizzontalmente con una data velocità, richiede un grado determinato di forza. Spiegata in questa forma, la sentenza di Galileo ha tutta la ragione per sè. Imperocchè, secondo il parere di tutti i migliori filosofi, i corpi gravi non hanno cagione di resistere all' esser rimossi dalla quiete, se non quando s' usi loro violenza con allontanarli dal centro della terra. Una nave, che sia scarica, e spalmata galleggi, mostra così poca resistenza al moto lentissimo orizzontale sul mare, che sembra darci un riscontro poco men che evidente di ciò, quantunque abbia da aprirsi la strada per una mole non piccola d'acqua, che sempre le si para davanti; onde ebbe a dire il nostro Autore, che potrebbe tirarsi con un capello. La somma facilità delle slitte, e d' altri corpi all'essere strascinati, e scorrere velocemente sul ghiaccio, e molte simili familiari osservazioni, par che ci mostrino, benchè in lontananza, una tal verità, cioè, che rimossi tutti gl' impedimenti si muoverebbe da qualunque minima forza un corpo sul piano orizzontale. Sulla fine del secolo scorso nacque dubbio sopra questa proposizione fra gli Accademici delle scienze in Parigi, e vi fu chi sostenne che per un tal moto non solo v'abbisogna una forza determinata, ma assai considerabile. Il Sig. Amontons, intendentissimo delle meccaniche, vuole, che mentre un corpo dee muoversi sopra la superficie d' un altro, ei sia costretto a superare una resistenza particolare cagionatagli da quella pressione, che ve lo tiene sopra calcato, o sia questa la propria sua gravità, o altra forza esterna. Ed acciocchè non s' inganni alcuno in credere che cotale resistenza derivi dall' asprezza delle superficie o dai piccoli risalti e incavature delle medesime, che rendano malagevole lo scorrere l'un corpo sopra l'altro, procurò di tor via al possibile quest'ostacolo con prendere corpi piani, ben lisci e unti, de'quali in oltre crebbe e diminuì a bella posta la superficie per notare quel divario, che necessariamente dovea succedere nella forza movente se dall'asprezza della superficie sola era cagionata la resistenza. Osservò costantemente, come ne vien riferito nelle memorie dell'Accademia, che accresciuta o diminuita in qualsisia modo la superficie, non per

questo cresce o scema la resistenza del mobile all'esser mosso, ma sempre si mantiene l'istessa, mentre si mantenga nell'istesso grado la forza che preme; e per esperienze più volte fattene, gli parve di potere sicuramente concludere, che per muovere un corpo liscio e unto per un piano orizzontale, v'abbisogni la terza parte di quel peso, o d'altra forza, che lo preme e calca. Quindi prese motivo di affermare, che quantunque il detto piano, e il corpo che sopra esso vuol muoversi, si potessero ritrovare, quali sogliono figurarsi da'geometri, non per questo basterebbe qualunque minima forza per un tal moto, poichè la resistenza del mobile all'esser mosso procede dalla forza premente, a misura della quale si osserva quella augumentarsi senza dipendenza da altri esterni impedimenti.

Più tempo bisogneria a decidere una tanta lite, di cui la decisione tira seco gravissime conseguenze nella scienza meccanica. Solamente sarà bene l'avvertire, che questi, che attribuiscono alla scabrosità delle superficie che si toccano la difficoltà che trova un corpo nello strisciare e muoversi sopra un altro, non escludono la forza del peso che lo calca. Per iscabrosi e rozzi che siano due corpi, se sian di poco peso, e uno passi sopra l'altro, sicchè solamente lo tocchi leggermente, non sarà molto sensibile l'effetto della scabrosità delle superficie loro; ma se di tali corpi l'uno posato sull'altro, o dal proprio peso, ovvero da estrinseca forza venga premuto gagliardamente, incastreranno l'eminenze d'una superficie nelle cavità corrispondenti dell'altra, e da questa insinuazione ed incastro ne succederà maggior repugnanza al moto, come s'osserva nell'arruotare insieme due corpi; e sappiamo che anche le materie durissime cedono alla forza della compressione. Il sego e l'altre sustanze untuose non tolgono via tutto l'impedimento al moto de'corpi, e per molte riprove è certo che l'istessa viscosità di simili materie porta seco la sua difficoltà, e la dimostrano i corpi che devono superarla; ed in somma abbiamo molti esterni inevitabili impedimenti, per i quali può alterarsi l'effetto che seguirebbe se un corpo grave, quale si suppone da Galileo, posasse sopra una superficie ugualmente lontana in tutti i suoi punti dal centro della terra. Tale non è il piano orizzontale, come ognun sa, ma il nostro Autore volle considerare solamente il principio, e non il progresso del moto; ed un tal piano in una piccolissima parte non differisce da una superficie concentrica alla terra, sicchè meriti farsene conto.

Ma benchè le ragioni e l'esperienze addotte non sieno così convincenti, che ci forzino a lasciare la sentenza del nostro Autore, il quale in questo luogo considerò i gravi e i piani, pe'quali e'si muo-

vono, come puro teorico, sono tuttavia utilissime, e da farne capitale per la pratica, quando s'hanno da muovere o strascinare gran pesi, particolarmente per mezzo di ordigni meccanici, ne' quali l'Autore istesso ha osservato doversi mettere in conto un'altra non piccola resistenza cagionata dall'asprezza e contatto delle corde, che ordinariamente si adoprano. Questa resistenza può essere talvolta maggiore della mentovata, cioè maggiore della terza parte del peso da muoversi. Ma di questa non ne ha data una regola così generale, perchè dipende non solo dal peso, che sta attaccato alla corda, ma eziandio dalla grossezza della corda medesima, che accresce la difficoltà, siccome l'accresce in parte la piccolezza della girella, quando questa si adopra: il che può servire per qualche difesa di ciò, che è stato ripreso in Aristotile, per avere scritto nelle sue quistioni meccaniche, che nell'alzare o tirar pesi, maggiore ajuto e vantaggio si ritrae dalle girelle e taglie grandi, che dalle piccole. Questo però s' intenda dove sieno adoprate corde, che s'avvoltino ad esse girelle, perchè non vogliamo qui favellare delle ruote de' carri, e simili altri ordigni, ne'quali ora le grandi, ed or le piccole tornano più comode e adatte al bisogno.

PROPOSIZIONI MECCANICHE

DI VINCENZO VIVIANI

AD ILLUSTRAZIONE DELLE DOTTRINE DI GALILEO (1).

Dai primi anni della sua giovinezza applicò l'animo Galileo alle scienze meccaniche, il che egli fece manifesto nel breve, ma chiaro e sugoso trattato, che ne compose. Per illustrare questa nobile e utilissima scienza, così altamente promossa da Galileo, molte cose aveva poste insieme il Viviani, che servir dovevano alla ristampa, che, come già si è detto, egli meditava di fare di tutte l'Opere del suo Maestro, le quali tutte, siccome altre ancora sopra altri trattati di Galileo, piuttosto accennate, che distese pienamente, lasciò il Viviani in varie piccole carte, onde difficil cosa si è, che possano giammai darsi fuora, e servire alla pubblica utilità. Volendo pertanto in qualche parte a questo danno provvedere, giacchè l'opportuna congiuntura il richiede, non voglio tralasciare di riferire alcuna di quelle cose, che per render più fruttuosa la scienza meccanica promossa da Galileo, avea preparato il Viviani. Nota egli alcune minuzie degnissime d'esser considerate sopra i momenti de' piani inclinati, distinguendo il momento gravitativo sopra il piano, il momento descensivo per esso, ed il momento totale nel perpendicolo; il primo ed il secondo presi insieme, mostra essere eguali in potenza al terzo: il secondo al terzo essere come il seno retto dell'elevazione del piano dall'orizzonte al seno tutto, ed il primo al terzo, come il seno del complemento della detta elevazione al seno tutto. Dal che ne raccoglie, che se due piani

clinato, secondo l' obliquità del medesimo filo. Il che però non si trova esser vero, se non quando il filo obliquamente posto si tien fermo, ma non già quando vibrandosi si muove, imperciocchè allora la forza centrifuga fa stirare viepiù il filo, benchè sia obliquo, di quando pende semplicemente nella sua quiete nel perpendicolo. Si vede però che il Viviani aveva anch' egli, e per avventura prima d' ogni altro, pensato a queste forze, che tengono teso il filo in varie positure; anzi apparisce ch' egli aveva pensato a far muovere e vibrare varie sorte di figure, misurando le resistenze che incontrano le ordinate di esse nel mezzo per cui si vibrassero, essendo pendule, e dimostra con qual proporzione crescano gli impedimenti del moto nelle ordinate della parabola, indi d' un rettangolo, poscia d' un triangolo sospeso colla base all' insù e la punta all' ingiù, e finalmente d'una iperbola fra gli asintoti, di cui dimostra che ciascuna ordinata, vicinissima o lontanissima in infinito dalla sospensione, incontra nel mezzo per cui va vibrando, eguale impedimento, sicchè ritrova per tutto eguale la resistenza. Le quali proposizioni comecchè sieno distesamente dimostrate dal Viviani nell'ipotesi, che egli fa dell' esser gl' impedimenti, procedenti dalle velocità solamente, proporzionali alle velocità medesime, avvegnachè sia per avventura ipotesi da altri più ricevuta, che le resistenze de' mezzi crescano in dupla ragione delle dette velocità, contuttociò non voglio tralasciare di riportarle tutte intiere nella maniera appunto che negli scritti del Viviani l' ho ritrovate, stimandole convenevoli e proprie di questo luogo, ed atte ad illustrare la dottrina di Galileo, e la memoria di quel profondo ingegno, che pensate l' aveva.

Suppongo che gl' impedimenti de' mobili, procedenti dalle velocità sole, crescano colla proporzione delle medesime velocità; e che i procedenti dalle sole quantità, crescano colla proporzione de' luoghi, che occupano nel medesimo mezzo le medesime quantità.

Proposizione I.

Gl' impedimenti dell' applicate AC, DE nella parabola pendula ABC (1), sono fra loro come i cubi delle medesime applicate. Poichè quelli hanno proporzion composta delle linee AC, DE, e delle velocità loro, cioè de' semidiametri FB, BG, cioè, *ob parabolam*, de' quadrati AC, DE: ma ancora i cubi AC, DE, hanno fra loro la medesima proporzione composta delle medesime proporzioni, dunque ec., il che ec.

(1) Tav. III, Fig. 29.

Proposizione II.

Se il rettangolo AD (1) sarà volubile intorno AB, e pendolo, gli impedimenti dell'applicate CD, EF ec. saranno fra loro come l'applicate DH, FG in qualunque triangolo BDH, che abbia la cima in B, e l'altezza quanto BD ec. Poichè l'impedimento, che prova la linea CD nel suo moto pel mezzo dell'aria, procede e dalla lunghezza della medesima CD, e dalla velocità del suo medesimo moto; perchè stando ferma la sua velocità, l'impedimento cresce secondo che cresce la lunghezza della linea, o l'amplitudine della superficie: e stando ferma la medesima lunghezza o superficie, l'impedimento cresce secondo la velocità del moto; sicchè l'impedimento di CD all'impedimento dell'EF ha proporzione composta della lunghezza CD alla EF, cioè della DH alla stessa DH ob aequalitatem ec., e della velocità della CD alla velocità dell'EF, cioè della linea DB alla BF, cioè della DH alla FG: ma la DH alla FG ha proporzione composta delle medesime linee, onde l'impedimento di CD all'impedimento di EF sta come DH ad FG. Il che ec.

Proposizione III.

L'impedimento delle linee DE, FG del triangolo ABC (2), volubile e pendolo intorno AB, sono fra loro come le applicate LM, HI nella parabola OMP, che abbia per base l'altezza del triangolo, e per altezza qualunque linea. Poichè se l'impedimento di DE all'impedimento di FG ha proporzione composta della DE alla FG, cioè della EC alla CG, cioè HP a PL, e della velocità di DE alla velocità di FG, cioè del semidiametro EB al semidiametro GB, cioè della HO ad OL; ma

Proposizione IV.

Gl' impedimenti dell' applicate AB, FG ec. nel triangolo ACB (1) sono fra loro come l'applicate BD, GH ec. nel trilineo CBD residuo del parallelogrammo CD, detratta la semiparabola CDE, il di cui vertice sia il punto C, come del triangolo, e diametro la CE parallela ad AB, e base l'altezza del detto triangolo ec. Poichè l' impedimento di AB a quello di FG ha la proporzione composta di AB ad FG, cioè di BC a CG, e della velocità di AB alla velocità di FG, cioè del semidiametro BC al semidiametro CG; ma ancora il quadrato BC al quadrato CG, cioè il quadrato DE al quadrato EI, cioè al quadrato HL, ha proporzion composta delle medesime linee; adunque l' impedimento, che trova in aria la linea AB, all'impedimento della FG sta come il quadrato DE al quadrato HL, cioè come la linea EC alla CL *ob parabolam*, cioè la linea DB alla GH *ob aequalitatem*, dunque ec., il che ec.

Corollario.

Adunque i detti impedimenti dell' applicate nel triangolo ABC, sono fra loro come i quadrati delle medesime applicate.

Proposizione V.

Se l' iperbola EGD (2) sarà pendula, e volubile intorno al suo asintoto AC, e l'altro asintoto sia CD, dico che gl' impedimenti delle applicate EF, GH, e di tutte le altre ec. sono fra loro eguali, cioè che la superficie ACDGE ec., che sia infinitamente lunga dalla parte AE, e dall' altra D quanto piace, trova per tutto eguale impedimento dal mezzo, mentre ella va vibrando. L' impedimento di EF all' impedimento di GH ha proporzion composta di EF a GH, e della velocità di EF alla velocità di GH, cioè della linea CF alla CH; ma il parallellogrammo ancora EC al GC ha proporzion composta delle medesime linee; adunque l' impedimento EF al GH sta come il paralellogrammo EC allo HL; ma questi sono eguali, dunque ec., il che ec.

Oltre a queste proposizioni, che servir dovevano al Viviani per aggiugnere al Trattato delle Meccaniche di Galileo, altre ancora ne aveva egli notate, delle quali non debbo tralasciare di dar notizia, comecchè ciò a maraviglia al proposto fine conduca. Avverte; Che se dentro una corda sarà infilato un peso, che possa scorrere per essa, tenendo un capo della corda fisso, e l' altro abbassandolo nel perpendicolo, il peso scorrerà

(1) Tav. III, Fig. 32. (2) Tav. III, Fig. 33.

sempre per una linea retta; Che dato un peso da sostenersi con più leve date, sopra sostegni dati di posizione, si possono ritrovare le potenze da applicarsi agli estremi congiunti in un punto, e ad esso applicato il peso, sicchè tutte le dette potenze reggano il dato peso, e siano tra di loro in qualsivoglia proporzione assegnata; Che il peso d'un grave posto in diverse lontananze dal centro della terra, scemi colla medesima proporzione che scemano le distanze; ipotesi, la quale non ha gran tempo che fu abbracciata dal Padre Tommaso Ceva, e che diede occasione alla Neostatica del Padre Saccherio, e che nell'andare della superficie della terra all'ingiù si crede vera ancora dall'insigne Geometra Isacco Newton, avvegnachè nell'andare dalla superficie della terra all'insù, creda egli che la gravità scemi in proporzione reciproca de' quadrati delle distanze, anzi che seguiti a crescere in ragione delle distanze medesime. Mostra inoltre il Viviani, che un peso, che si muove sopra i curri, fa doppio spazio di quello che passano nel tempo istesso i medesimi curri, e che questi essendo due, ed eguali, si mantengono ancora in pari distanza fra di loro; ma se sono diseguali, quando il peso si muove verso il curro minore, il maggiore se gli accosta, e per lo contrario quando il peso si muove verso il maggiore, egli si discosta e s'allontana. La ragione di ciò si è, perchè il peso ha il suo moto progressivo composto dal moto del curro sopra il piano, e dal moto di sè medesimo sopra il curro, e l'uno e l'altro moto è fatto per eguali spazi, e nel medesimo tempo, e pel medesimo verso, il che in questa guisa rende il Viviani manifesto. Imperciocchè immaginati due contatti B, D, presi nella circonferenza del curro BCDE (1), quando BC si sarà disteso sul piano in BF, l'arco DE si sarà disteso per altrettanto spazio sul piano inferiore del peso in DG, onde quando C toccherà F, il punto E toccherà G; ma C ed E sono diametralmente opposti, adunque mentre C sarà in F, E sarà in H, dove la perpendicolare FH sega il piano di sotto al peso: ma GH è doppia di BF, adunque il peso fa doppio spazio de' curri, il che ec. Ma per avventura puole apparire più semplicemente spiegato quest'effetto, se si vorrà considerare prima il curro mobile intorno al suo centro A, che sia fisso, nel qual caso il peso movendosi misura la circonferenza del curro: ma intendendo poi il curro mobile nel medesimo tempo anche col suo centro A, la circonferenza BCDE si stende sopra il piano suggetto; dal che ne segue, che in un solo rivolgimento del curro, il peso ha passato due misure della circonferenza del curro medesimo, cioè doppio spazio di esso.

(1) Tav. III, Fig. 34.

TRATTATO

DI

FORTIFICAZIONE

AVVERTIMENTO

L'Architettura Militare, della quale, non meno che d'ogni altra nobile disciplina, gl'Italiani furono al mondo maestri così nella teorica che nella pratica, era salita nella seconda metà del sedicesimo secolo, e specialmente dopo la pubblicazione della classica opera del Capitano Francesco Marchi, edita la prima volta in Venezia nel 1587, a tal grado d'importanza, che Galileo non appena instituito nella lettura di Padova reputò conveniente di farne subbietto di pubblico insegnamento. Nè andò guari che le teoriche esposte dalla cattedra raccolse ed ordinò in un compiuto Trattato di Fortificazione, rimasto inedito finchè il cavalier G. B. Venturi lo fece di pubblica ragione nella parte prima delle sue *Memorie e Lettere* ec., mettendo diligentissimamente a confronto i diversi codici a lui conosciuti così del Trattato propriamente detto, che di un compendio fattone, secondo ogni ragionevole induzione, dallo stesso Galileo.

Nel riprodurre ora il detto Trattato stimiamo conveniente farlo precedere dalle parole stesse, colle quali il chiaro cav. Venturi dà ragione del fatto proprio: « Ricevuto che ebbi l'esemplare dell'opera maggiore » dal signor Marchese Rangoni (1), lo confrontai con due simili ma- » noscritti dell'Ambrosiana di Milano, già del Pinelli; poi con due al- » tri della Riccardiana di Firenze (2), nè da questi ho trovato discor- » dare sensibilmente i due della Libreria Poggiali in Livorno (3). Da » tutti insieme ho prescelto quella lezione, sulla quale combinano o » tutti o la maggior parte di essi, e che inoltre meglio cospira colla » intenzion dell'Autore.

(1) Il detto Codice Rangoni è ora in possesso dell'Imp. e R. Biblioteca Palatina di Firenze, ed è segnato di N.° 2 nella parte seconda dei Codici Galileiani.

(2) L'un d'essi è ora in Palatina, Cod. Galileiani, Par. II, Tom. 3.

(3) Pur essi oggi in Palatina, Cod. Galileiani, Par. II, Tom. 4 e 5.

» Oltre l'opera suddetta più estesa, riscontransi nell'Ambrosiana
» due copie di un altro breve *Trattato del signor Galileo Galilei lettor*
» *di Matematiche nello studio di Padova, dove per via di compendio si*
» *insegna il modo di fortificar le città, ed espugnar le fortezze.* Siccome
» esso è in gran parte un compendio dell'opera maggiore, però si è
» omesso di stamparlo; bensì dove nel medesimo s' incontrano rifles-
» sioni mancanti nell'opera, si sono inserite in questa a' luoghi conve-
» nienti, contrassegnandole con due virgolette.

» Questo secondo Trattato breve nel Cod. D. 328 dell'Ambrosiana
» porta la data del 23 Maggio 1593. Nè da quest' epoca debb' essere
» distante molto il Trattato primo e maggiore, sì per l' analogia che
» hanno scambievolmente fra loro, come eziandio perchè nella più
» parte dei codici, al Trattato maggiore trovansi annessi diversi pro-
» blemi comuni di *condurre perpendicolari*, *delineare poligoni* ec., che
» nella stampa si omettono: nè qui, nè in tutta l'opera, dove pure sa-
» rebbe assai opportuno, il Galileo non cita mai il suo *Compasso*, del
» quale cominciò a spiegar l' uso nel 1598. Onde anche il Trattato mag-
» giore sulle Fortificazioni debb'essere anteriore a quest'epoca.

» La divisione in Capitoli si è fatta un po' più minuta di quella
» che portano i manoscritti. In alcuni di questi incontrasi le parole
» *balloardo*, *possino*, *sendo*, le quali, con pochissime altre, si sono
» ridotte alle moderne forme di lingua ».

TRATTATO DI FORTIFICAZIONE

CAPO PRIMO.

OGGETTO E FONDAMENTO DELLA FORTIFICAZIONE.

Dovendo noi discorrere intorno al modo del fortificare, dobbiamo prima recarci innanzi la mente il fine, per lo quale sono state ordinate le fortificazioni, il quale non è altro che il fare che pochi possano difendersi da molti; atteso che si deve sempre supporre che il nemico venendo per impadronirsi d'una fortezza sia per condurre sempre assai più numeroso esercito, che non è la moltitudine dei difensori. Adunque bisogna che quelli della fortezza s'ingegnino di contrastar al nemico con il vantaggio del sito.

Bisogna oltre di ciò sapere a quali sorti d'offese si deve resistere, se vogliamo talmente ordinar la fortezza, che possa a dette offese contrastare. E venendo al particolar nostro, poichè s'è trovata l'artiglieria, strumento da guerra di tutti gli antichi violentissimo, non possono quelle difese, che anticamente bastavano, essere nei nostri tempi atte a resistere: però bisogna che troviamo altri corpi di difesa, che agli antichi non furono di mestiero.

« Usavano anticamente, per difesa delle loro città, cingerle di muraglia atta a resistere a quelle offese, che da diversi strumenti del nimico le venivano. E per proibire le

scalate, e che il nimico non s' accostasse sotto la muraglia, uscivano fuori della cortina co' torrioni o rivellini, come si vede nella Tav. IV, Fig. 1, li quali facendo fianco davano comodità ai difensori di potere, con sassi, balestre ed altre armi da lanciare, tenere il nimico lontano dalla muraglia. Ma sendosi poi accresciute l' offese coll' essersi trovate le artiglierie, le quali con forza grandissima e da lontano offendono, è stato di mestiero trovare altre maniere di difese, essendo le già dette, per la forma, per la picciolezza e per la debolezza, inabili a resistere all' impeto delle artiglierie. Perciocchè quanto alla forma, ne' torrioni è tale, che non viene difesa da tutte le parti, come nelle faccie dinanzi è manifesto: il che avviene ancora ne' rivellini, che per esser rotondi, qualche parte di loro rimane indifesa, come per le linee tirate nella figura è manifesto. Quanto alla picciolezza, non vi si potendo maneggiare l' artiglieria, restano inutili. E quanto alla debolezza, essendo i torrioni di semplice muraglia, possono fare poca resistenza. Per queste cagioni è stato di mestiero trovare altre maniere di fortificare, per le quali si possa, almeno per qualche tempo, resistere alla violenza delle artiglierie, ed agli assalti del nimico ».

CAPO II.

3. La scalata, quando con scale si monta sopra la muraglia.

4. La mina, la quale per la forza del fuoco rinchiuso in una cava sotterranea (come a suo luogo dichiareremo) rovina in un istante una muraglia.

5. Finalmente l' assedio, quando, togliendo a'difensori ogni sorta di sussidio, si costringono per la fame a rendersi.

Lasciamo stare il tradimento, come maniera d' espugnare ignominiosa, ed alla quale mal si può trovare rimedio, essendo impossibile guardarsi da' traditori.

Lasciamo, per simile rispetto, l'improvviśe ruberie, dalle quali non può assicurare la forma della fortezza, ma solamente la vigilante cura delle guardie.

Dalle quattro prime offese è ufficio dell' architetto il fare che la fortezza venga assicurata; però nell' ordinare le nostre fortificazioni avremo sempre dinanzi agli occhi, come scopo principale, l' assicurarsi dalle batterie, dalle scalate, dalle zappe e dalle mine. E siccome la maggior parte delle offese vengono dalle artiglierie, così dalle medesime verranno le principali difese.

CAPO III.

COSA SIA FIANCHEGGIARE, O FAR FIANCO.

Per generalissimo precetto, e regola invariabile, terremo il fare che tutte le parti della nostra fortezza scambievolmente si veggano e si difendano, nè in loro sia luogo, ancor che minimo, dove il nemico potesse stare senza essere offeso: perchè quando potesse pur un soldato solo stare, senza essere offeso, sotto qualche parte della muraglia, comincierebbe ad aprirla; e fatta una buca, dove potessero lavorar due, a poco a poco l' allargherebbero per 4, 6, 10 o 20, e finalmente la tirerebbero a rovina.

Bisogna dunque che una parte della muraglia vegga l'altra e la difenda; il che non può fare una linea retta, ma è di mestieri che sieno due, le quali s'inflettano e facciano angolo l'una sopra l'altra, come nella Tav. IV, Fig. 2, si vede, dove la linea AB, facendo angolo con la BC, la vede e difende in tutte le sue parti, e dalla medesima viene difesa: e questa scambievole difensione si dimanda *fiancheggiare* o *far fianco*; e così diremo la linea AB *far fianco* alla BC, e per l'opposito la CB *fiancheggiare* la AB. E con simil modo di linee reflesse si potranno circondar le città e fortezze: come si vede nella Tav. IV, Fig. 3, ABCDEFGHIK, nella quale non resta parte alcuna indifesa.

Ma perchè mediante il ripiegar che fanno le linee indentro, con grande lunghezza di muraglia, e per conseguenza con molta spesa, si circonda poca piazza, si deve fuggire tal modo di fortificare e circondar tutta una fortezza con simili fianchi; e trovar modo di accomodar sopra angoli esteriori o linee dritte altri modi di fianchi, come col progresso dichiareremo.

CAPO IV.

DESCRIZIONE DI UN CORPO DI DIFESA.

Quando sarà circondata una piazza di cortine, che non si riflettano indentro, ma facciano gli angoli per l'infuori, e per conseguenza non possano l'una l'altra difendersi, non si potendo ancora difender una cortina dritta da per sè stessa, sarà di bisogno ritrovare ed ordinar una maniera di fianchi, che le scuopra e difenda. E questo che siamo per dir ora deve essere attentamente avvertito, perchè è il principal fondamento e ragione di tutta la fortificazione.

Supponiamo dunque una terra essere circondata di cortine, che si ripieghino e facciano angolo all'infuori, due

delle quali sieno (Tav. IV, Fig. 4) secondo le linee BAC. E perchè la cortina AB non può da sè stessa difendersi, nè è difesa da altri, bisogna uscir di fuori con una muraglia secondo la linea DF, dalla quale verranno vedute e difese tutte le parti della cortina DB ; e così sopra la muraglia DF tenendosi artiglieria, si potrà difendere la cortina DB. E perchè per essere l' artiglieria stromento, il quale, per la sua grandezza e per lo stornare che fa quando si scarica, non può adoperarsi in ogni breve spazio, però fa di mestiero che la muraglia DF, la quale dimanderemo *fianco* della cortina DB, sia tanto lontana dall' angolo A, che vi resti spazio capace per l' uso dell' artiglieria. Sia dunque tale spazio quello che si vede rinchiuso fra le linee EGHD, il quale dimanderemo *piazza da basso*. Ecco ritrovata già la necessità del far la piazza da basso.

Ma perchè bisogna pensare di poter tenere nelle piazze l' artiglierie di maniera che non possano dal nemico esser offese, ed il lasciarle nella piazza così scoperte sarebbe molto pericoloso, è stato conosciuto necessario armar e ricoprire con una fortissima e saldissima muraglia le dette piazze, la quale ancora s'innalzi tanto, che tolga di vista al nemico l' artiglierie. E però spingendosi avanti secondo la drittura DE nel punto F, si è fatto di grossa muraglia il sodo EFNG, che dopo è stato dimandato *spalla*. E così abbiamo la cagione, perchè il fianco si divide in piazza e spalla. E questo che si è fatto sopra la cortina AB, intendasi ancora per la medesima ragione fatto sopra la linea AC; cioè la piazza KILM, e la spalla MSOL.

Resta finalmente che, per fare il corpo di difesa perfetto, serriamo la figura, congiungendo una spalla coll' altra; il che si potrebbe fare tirando per linea dritta dall'una all' altra la muraglia NPO, ovvero in arco secondo la linea NQO. Ma nè l' uno nè l' altro di questi due modi manca d' imperfezione, atteso che le dette due linee resterieno senza

[illegible] opposti in BC, nè da altro [illegible] il corpo di difesa con le due [illegible] di maniera, che almeno dai [illegible] due altri fianchi, vengano [illegible] linee si dimanderanno *faccie* o [illegible].

Considerando adunque ogni corpo di difesa, il quale deve [illegible], per lo discorso fatto, dover esser composto di quattro linee, cioè di due fianchi e due faccie.

CAPO V.

DEL BALOARDO E DELLA PIATTAFORMA.

Avendo noi per le dette cose potuto comprendere, come quelli corpi di difesa, che hanno a difendere le cortine, devono esser composti di due fianchi e due faccie: seguita adesso, che vediamo le diverse maniere d'essi, e i diversi luoghi dove vanno collocati.

Il primo, è da sapere, che se si accomoderanno corpi di difesa sopra gli angoli del recinto (Tav. IV, Fig. 5) GFHI (per recinto dobbiamo intendere tutto il circuito delle cortine, che abbracciano e circondano la terra e luogo da fortificarsi), verrà ciascuna cortina ad aver doppia difesa, essendo posta in mezzo di due fianchi, e però il corpo di difesa posto sopra l'angolo sarà il più reale e principale di tutti gli altri, e si domanda *ballovardo*, quasi che *belliguardo*, cioè guardia e difesa della guerra (1), e sarà il baloardo BASDC, e il baloardo KLMNO.

E perchè può talvolta avvenire che la distanza tra l'uno e l'altro baluardo sia tanto grande, che le difese che vengono dai fianchi d'essi non possano difendere scambievol-

(1) La voce baluardo viene dal tedesco *bollwerck*, che significa *lavoro di* [illegible], e corrisponde a *bastita* o *bastione*.

mente l' uno e l' altro baloardo; allora in simil caso sopra la cortina tra essi sarà lecito collocare un altro baloardo PQR, li cui fianchi difendano le due fronti DE, LM.

Ma se la lontananza fra l' uno e l' altro baloardo fosse così grande, che le difese dei fianchi per difender le fronti de' baloardi fossero deboli, ma non però del tutto inutili, e volessimo, comunque le si fossero, mantenerle ed accrescervene altre; in tal caso non faremo il baloardo suddetto PQR, perchè, come si vede, impedisce la vista degli altri baloardi ai fianchi opposti; ma faremo, come nella Tav. IV, Fig. 6, si vede, il corpo di difesa KHGLI tanto accosto alla cortina, che non impedisca ai fianchi AF, DE, la vista delle fronti EB, FC. Questo corpo di difesa si addimanda *piattaforma*, per essere una figura piatta e schiacciata; « e s' usa fare tra l' uno e l' altro baloardo, massime quando la cortina si riflette indentro, come nella Tav. IV, Fig. 7 ».

Ma però sebbene la piattaforma non occupa le fronti de' baloardi, impedisce pur l' artiglierie poste in A, D, che non possono liberamente scorrere tutta la cortina AKID. Perlochè s' è ritrovato un terzo corpo di difesa, come nella Tav. IV, Fig. 8, si vede: dove si è aperta la cortina, e ritirandosi indentro, si sono accomodate le due piazze E, F, dalle quali vengano difese le fronti GH, LM, senza impedire il libero passaggio dall' uno all' altro dei fianchi de' baloardi opposti. E questo terzo corpo di difesa è stato nominato *piattaforma rovescia*. « Quando la cortina è diritta, non si viene in fuori, per non impedire i fianchi de' baloardi opposti, ma si fa la piattaforma rovescia ».

CAPO VI.

CAVALIERI E CASEMATTE.

Li corpi di difesa dichiarati di sopra, pare che per lo più servano per difesa della muraglia e della fossa; ma vo-

lendo offendere e travagliare il nemico alla campagna e da lontano, fa di bisogno che abbiamo altri corpi di difesa, li quali essendo più rilevati degli altri possano meglio scoprire e dominar la campagna. Per questo sono stati ordinati i *cavalieri*, li quali altro non sono se non alcuni luoghi dentro della cortina, che s' innalzano sopra essa e gli altri corpi di difesa; e perchè vengono compresi dentro al recinto, non importa qual figura essi abbiano. « Per altro la figura del cavaliero è migliore, quanto più ha del circolare, purchè dalla parte di dentro vi si possa accomodare la salita ».

Ancora per lo medesimo rispetto si possono collocare in qualsivoglia luogo, cioè: o sopra i baloardi, come nella Tav. IV, Fig. 9, si veggono i cavalieri A, B, ovvero accanto il baloardo, come si vede il cavaliero C, o pure tra l' un baloardo e l' altro, come in DE. E questi si fanno ordinariamente di terra pura, nè hanno altro uffizio che di nettare la campagna. « I cavalieri si fanno in sul baloardo ogni volta che il baloardo sia tanto spazioso, che non venga occupato e reso inutile. La materia de' cavalieri è di terra senz' altro, acciò, quando sieno battuti, che le scaglie della batteria non impediscano quelli, che sono alla difesa del baloardo o della cortina, in su la quale è posto il cavaliero ».

Altri architetti con miglior provvidenza hanno ordinato alcuni cavalieri, li quali abbiano l' uno e l' altro uso, cioè di difendere la fossa, e spazzar la campagna; e però li hanno posti tra l' uno e l' altro baloardo, con una parte d' essi fuori della muraglia, e l' altra dentro, come si vede nella stessa figura il cavaliero FGHED, facendovi nelle parti di fuori due piazze basse per difesa della fossa; ed alzandoli sopra la cortina, la piazza da alto scuopre la campagna. « Questa parte esterna è simile alla piattaforma nella figura e nell' uffizio, il quale è difendere la cortina e le faccie

de' baloardi ». Si fanno ancora dalle parti di dentro due altre piazze, come si veggono D, E, le quali servono per difesa della ritirata, come più distintamente a suo luogo diremo. E sono così fatti corpi di difesa domandati *cavalieri a cavallo.*

Sono alcun' altre maniere di difese dette *casematte*, l'officio delle quali non è se non d' offendere il nemico, quando fosse entrato nella fossa: e sono alcune picciole stanze, le quali s' accomodano dentro la cortina giù al piano della fossa, facendovi delle *feritoje*, per le quali si possa con gli archibugi offender il nemico. Accomodanscne ancora nella fossa, come la casamatta K, e negli angoli della controscarpa, come le I, L. Insomma si possono collocare in qualsivoglia luogo, come ancora sotto ai fianchi ed alle fronti de' baloardi: e quelle che si fanno nella fossa per lo più si costumano tonde, facendovi intorno intorno le feritoje, per le quali con archibugi si molesta il nemico.

« Ma è da avvertirsi che per essere le casematte luoghi racchiusi, il fumo è di grandissimo impedimento a chi vi sarà dentro. Però si dovrà fare a ciascheduna il suo camino o sfogatojo; e si farà largo un braccio per ogni verso ».

CAPO VII.

TANAGLIE, DENTI E RIVELLINI.

Oltre ai corpi di difesa già dimostrati, ne sono ancora stati usati altri. Perchè delli detti, alcuni in alcuni siti non sono necessari, ed altri in altri siti non si possono accomodare: come per esempio in una fortezza di monte, ogni volta che non abbia vicino qualche luogo più elevato, sarebbe superfluo il far cavalieri; e in una fortezza posta in mare non occorre far baloardi; siccome ancora se un sito, per esser circondato da rupi e precipizi, sarà per natura inaccessibile,

superfluo il farvi corpi di difesa. E ritornando al ntento, poichè tutti i luoghi non ricercano, nè sono ci delle medesime fortificazioni, bisogna ritrovar le proprie di ciascheduno sito particolare.

E perchè alcuna volta accade, doversi fortificare un lu he da due o più parti viene assicurato da qualche io, come nella Tav. IV, Fig. 10, si veggono li due j X, R, i quali per natura rendono forte tal sito; to caso basterà chiudere i luoghi pericolosi con la cortin acco idov r sua difesa li fianchi AB, DE, cor fronti BC, facendo due mezzi baloardi, i quali ono a terminare s precipizj: e questa maniera di to are si domanda *for* o *tanaglia*.

Ma se occorresse dove tificare una china d'un colle, la quale per la disug sito non fosse capace di baloardi, o d'altri corpi di reali e grandi, allora s'accomodano alcune pi e cortine, difendendo ciascheduna con un fianco. Come Fig. 11) si veggono i fianchi e le cortine A, B, C, D, X, Z; e questo modo si dice fortificar a *denti*. E tal maniera di fortificazione si usa ancora per circondar gli alloggiamenti; perchè oltre allo esser tale, che in breve tempo si può condurre a fine, non avendo corpi di difesa grandi, può ancora esser difesa da artiglieria minuta, anzi con archibugi ancora. Anco l'esempio di circondar gli alloggiamenti con denti s' ha nella Figura 12.

Connumerasi ancora tra i corpi di difesa il *rivellino*, il quale è un piccol forte separato e spiccato da tutto il corpo della fortificazione; perlochè è stato così detto, quasi che sia rivulso e separato dagli altri corpi. E simili forti si costumano porre incontro alle porte delle fortezze per loro maggior guardia e difesa: ed a questi rivellini si può andare per strade sotterranee, che riescono nella fortezza, acciocchè il nemico non possa impedire il transito.

CAPO VIII.

DELLE DIVERSITÀ DE' TIRI.

Prima che discendiamo alle regole particolari d'ordinare i corpi di difesa, è necessario che dichiariamo alcuni termini attinenti ai tiri delle artiglierie, perocchè con questi, come nel progresso sarà manifesto, abbiamo a disegnar tutta la nostra fortezza.

E prima, quando un tiro d'artiglieria va parallelo ed equidistante ad una cortina, senza toccarla in luogo alcuno, si domanda tiro *di striscio;* come nella Tav. IV, Fig. 13, si vede il tiro AB, il quale striscia la cortina EDF. Ma quando il tiro va a percuotere e ferir la muraglia in un sol punto, come si vede sopra la cortina medesima il tiro CD, questo vien dimandato tiro *di ficco* o *ficcare.*

Il medesimo ancora si deve considerar rispetto al piano della campagna, domandando tiro *di striscio* quello che la va radendo, e *di ficco* qnello che venendo da alto la percuote in un sol punto. E così nella Tav. IV, Fig. 14, rappresentandoci la linea AB il piano dell'orizzonte, il tiro CD lo verrà a *strisciare*, e il tiro EF venendo da luogo sublime E *ficcherà* nel punto F.

Ma più propriamente, in quanto appartiene al piano della campagna, potremo considerar tre diverse maniere di tiri, cioè: 1, il tiro che viene da alto a basso, il quale si chiamerà *inclinato;* 2, il tiro da basso ad alto, che dimanderemo *elevato;* 3, il tiro parallelo al piano, detto tiro *a livello*, ovvero *di punto in bianco.* E così nella stessa figura il tiro EF sarà inclinato, GH elevato, CD a livello o di punto in bianco. E chiamasi a livello, quasi *ad libellam*, cioè in bilancia, e che non inchini più ad una che ad un'altra parte. E dicesi di punto in bianco, perchè usando i bom-

bardieri la squadra con l'angolo retto diviso in dodici puntti, chiamano l'elevazione al primo punto, al secondo, terzo ec. tiro di punto uno, di punto due, di punto tre ec. Quel tiro poi, che non ha elevazione alcuna, vien detto tiro di punto in bianco, cioè di punto niuno, di punto zero. E questa basti circa i tiri al presente.

CAPO IX.

QUELLO CHE S' INTENDE PER PIGLIAR LE DIFESE.

Essendo che, come nel progresso sarà manifesto, tutte le parti della fortezza devono aver le loro difese, fa di bisogno che dichiariamo quello che appresso gli architetti significhi *pigliar le difese*. Diciamo adunque che il pigliar le difese d'alcuna cortina o faccia di qualche corpo di difesa non vuol dir altro che drizzarla verso quella parte dalla quale vengono le sue prime difese. Come nella Tav. IV, Fig. 15, la fronte del baloardo AB piglia le difese dal punto G, perchè prolungata per diritto la linea AB batte nel punto G, di maniera che il tiro posto in G viene a strisciare la faccia AB. E sebbene altri luoghi ancora veggono e difendono la medesima faccia, come il punto D, il quale vi ficca, nientedimeno si dice pigliar le difese dal punto G, per esser il primo luogo che la difende partendo dal punto C e venendo verso D. E per la medesima ragione la fronte EF piglia le difese dal punto C, dal quale è strisciata, e non dal punto K, dal quale è ficcata.

CAPO X.

DELLE TRE CAUSE DELLA PRIMA IMPERFEZIONE DE' BALOARDI.

Per una delle maggiori imperfezioni d'importanza, che possono accadere ad un baloardo, connumerano gli architetti l'essere l'angolo della fronte troppo acuto; perchè,

oltre all' esser debole e facilissimo ad essere tagliato, con gran lunghezza di fronti si circonda piccola piazza; il che è cagione che non vi possono stare molti difensori, nè comodamente maneggiarvisi artiglierie, e in tempo di bisogno non vi si può far ritirata. Però, come difetto notabile, dovremo esser cauti in ovviare a tale acutezza; il che potrà da noi più facilmente esser fatto, quando sapremo le cause che fanno riuscir l' angolo acuto, le quali sono tre:

La prima è quando l' angolo del recinto, sopra il quale va posto il baloardo, non sarà ottuso;

La seconda è il pigliar le difese delle faccie troppo da vicino;

La terza è l' ordinar i fianchi troppo lunghi.

L' esempio della prima causa si vede nella Tav. V, Fig. 16, nella quale essendo sopra l' angolo del recinto ABC costituito l' angolo del baloardo FGH, che di necessità è sempre minore dell' angolo del recinto (come facilmente si può trarre dalla XXI Proposizione d' Euclide, essendo dentro delle linee AG, CG dalli punti A, C costituite le due linee AB, CB), ogni volta che l' angolo B sarà o retto o acuto, l' angolo G sarà più acuto.

Nella Tav. V, Fig. 17, manifestamente si vede che le due fronti IL, HL, pigliando le difese dai punti D, E, costituiscono l' angolo L più acuto dell' angolo K contenuto dalle faccie KI, KH, le quali prendono le difese loro dai punti A, C più lontani. E però è manifesta la verità della seconda causa che produce l' angolo del baloardo acuto, la quale dicemmo essere la vicinanza delle difese.

Conoscesi finalmente per la Fig. 18, come pigliandosi le difese dalli medesimi punti A, C, le cortine LH, LI fondate sopra i più lunghi fianchi DH, EI costituiscono l' angolo L più acuto dell' angolo K compreso dalle fronti KF, KG terminate sopra i fianchi più brevi DF, EG; il che dipende dalla medesima proposizione d' Euclide. Però nell' ordinare

le fortezze dobbiam aver l'occhio all'acutezza degli angoli del recinto, al non prender le difese troppo da vicino, e a non far i fianchi troppo grandi; perchè da tutti tre questi capi si verrebbe a causare imperfezione nell'angolo del baloardo.

CAPO XI.

DELLA FOSSA, CONTROSCARPA E STRADA COPERTA.

L'uso e introduzione della fossa è stato utilissimo per molti comodi che da essa si cavano, ed in particolare per le fortezze di piano: perciocchè quando non si cavasse la terra intorno la fortezza, ma s'alzasse la muraglia tutta sopra il piano della campagna, verrebbe di maniera scoperta ed esposta alla batteria, che essendo battuta dalla radice facilmente sarebbe tratta alla rovina; dove che l'aver intorno la fossa fa che dall'altezza del suo argine viene coperta tal parte della muraglia, che non può esser battuta se non molto alto, come dalla Tav. V, Fig. 19, si può comprendere; nella quale per le lettere ABC si rappresenta la muraglia; CD è il fondo della fossa; DEKF l'argine d'essa fossa, il quale ricuopre tal parte della muraglia, che il tiro H posto in campagna non può battere se non dal punto B in su.

È di grandissima comodità ancora il far la fossa, perchè dovendosi terrapienare la muraglia, la terra che si cava dalla fossa può servire per terrapieno.

Aggiungesi alle cose suddette, che dovendo talvolta quelli della fortezza uscir fuori per disturbar il nemico, o per altra occorrenza, quando sopraggiungendoli la calca dei nemici gli fosse necessità di ritirarsi, se la fortezza fosse spacciata di fossa e argine, non avendo tempo li difensori d'entrare nella fortezza repentinamente per una piccola

porta, verrebbero tagliati a pezzi. Dove che avendo la ritirata dell' argine e strada coperta, possono in tal luogo fatti forti volger la fronte al nemico e ribatterlo.

La parte della muraglia segnata BC, la quale si vede pendere in dentro, si dimanda la *scarpa*; e si fa in tal maniera pendente, acciocchè dal peso del terrapieno, dal quale viene calcata, non sia rovesciata nella fossa. Giova ancora tal pendenza, perchè venendo battuta, minor effetto vi faranno le botte dell' artiglieria, ferendo non ad angoli retti, ma obliqui.

Nella medesima Figura 19, l' argine detto DEKF s'addomanda *controscarpa*: e quel piccolo piano segnato EK ci figura la *strada coperta*, coperta dico dall' altezza KF; la quale chiameremo *parapetto* della strada coperta.

« La controscarpa è così chiamata per esser posta incontro alla scarpa della muraglia. La quale controscarpa si farà tanto alta, che insieme col parapetto della strada copra la cortina almeno fino al cordone. Per sostegno della controscarpa, quando il terreno non sia abbastanza forte, si deve far un muro sottile, quanto basti per sostenere il terreno.

« La strada coperta deve essere tanto larga, che vi sia luogo capace da scorrervi sette o otto fanti in fila. Questa strada si ricopre con un parapetto alto da essa tre braccia, o poco più, facendovi la panchetta attorno alta due terzi di braccio incirca.

« Fuori di questo parapetto si fa l'argine, che a poco a poco vada declinando verso la campagna; talmente che da quelli, che saranno in su la cortina, venga quasi che strisciato: e questo tal argine si domanda *spalto*; il quale con il suo pendio viene a coprire di maniera la cortina, che il nemico volendola battere è costretto a tagliare detto spalto e controscarpa, ovvero ad alzarsi con cavalieri sul piano della campagna; l' una e l' altra delle quali cose gli apportano non piccola difficoltà ».

CAPO XII.

DELL' ORECCHIONE.

Parlando disopra del baloardo e delle sue parti, mostrammo come per sicurtà delle piazze da basso si facevano le spalle, le quali ricoprivano e difendevano dette piazze dall' artiglierie nemiche: ma l' esperienza ha poi dimostrato che tal difesa non basta, perchè non assicura e difende da tutte le parti, come nella Tav. V, Fig. 20, chiaramente si vede; che dal punto I della campagna si può tirar nella cannoniera E, ed offendere quelli che fossero nelle piazze, e a questo non reca difesa alcuna la spalla EB. Perlochè, volendo pur li architetti ovviare a tal pericolo, andarono considerando che non avendo altro fine le piazze da basso se non di difendere la fossa, si poteva trovar modo che le cannoniere non fossero così esposte ad essere imboccate e accecate; e questo fu col tirar innanzi la spalla, secondo che ne mostra, nella Figura suddetta, BDE, facendo un sodo di grossa muraglia, la quale ricoprisse la cannoniera E, in modo che non fosse veduta dalla campagna: e questa tale ricoperta fu dimandata *orecchione* e da altri *musone*. Ma bisogna avvertire, per disegnarlo, d' accomodarlo in modo che non impedisca le cannoniere che non possano far l' ufficio loro nel difender tutta la fossa. E con quali regole vada disegnato, dichiareremo a suo luogo.

« L' orecchione si fa sopra la spalla, dividendola per mezzo, e fatto centro il punto della divisione, descrivendo un mezzo cerchio. E perchè si è determinato che la spalla dev' essere quaranta braccia, l' orecchione verrà a sporgere in fuori venti braccia ».

CAPO XIII.

CONSIDERAZIONI NEL DETERMINARE LE DIFESE.

In due maniere, come già s'è detto, si può usar la difesa dell'artiglieria, cioè strisciando o ficcando, e tra gli architetti è qualche differenza nel determinare quale delle due maniere sia più accomodata alla difesa della fossa e sue parti; atteso che alcuni vogliono che i tiri striscino la contrascarpa e la fronte del baloardo, come si vede il tiro della cannoniera C (Tav. V, Fig. 21), il quale striscia la contrascarpa IL e la faccia AF; dicendo che in questo modo un solo tiro offenderà tutti quelli, che fussero scesi nella strada coperta, o si fussero posti sotto il baloardo, ovvero vi avessero appressate le scale; il che non può far il tiro che ficca, il quale ferisce in un sol luogo.

A ciò rispondono quelli che vogliono il tiro di ficco, dicendo tal considerazione esser vana, atteso che li nimici mai verranno in ordinanza sulla contrascarpa o sotto il baloardo, se prima non sarà aperto, o fattavi scala per la salita. E volendo il nemico condursi nella fossa, non verrà se non ricoperto da trinciere, ed aprirà la contrascarpa, e per l'apertura cercherà di traversare la fossa; nel qual caso le artiglierie di striscio non gli potranno recare impedimento alcuno, ma sì bene quelle che ficcano, come si vede per lo tiro BM, il quale quando il nemico avesse aperta la controscarpa nel punto M, potrà tirar nell'apertura e travagliarlo. E quando ancora si fosse condotto sotto la faccia del baloardo DE, ed avesse cominciato ad aprirlo nel punto O, il tiro BO non ve lo lascierebbe dimorare, ficcando nell'apertura: il che non può fare il tiro CF, che striscia la fronte AF; anzi in ogni piccola apertura, come si vede nel punto P, potrà ricoprirsi un uomo, e cavando allargar luogo per molti.

Rispondono quelli che vogliono i tiri di striscio, che il ficcar nella contrascarpa deve esser ufficio delle piazze da alto de' baloardi, e non delle piazze basse; perchè sendo i tiri delle piazze da basso poco elevati sopra il piano della fossa, non possono così bene scoprire il nemico, come quelli della piazza alta; e così quando il nemico avesse tagliata la controscarpa nel punto M, molto meglio potrassi travagliare dalla piazza alta del baloardo vicino, come dal punto O, che dalla cannoniera B bassa e lontana.

A questo s'aggiunge, che dovendo la cannoniera B ficcare nella contrascarpa IK, non si potrà ricoprire in modo con l'orecchione, che non possa essere imboccata dalla campagna, come si vede nel punto R, di dove potrà essere imboccata la cannoniera B, e così verrà ad essere impedito l'uso dell'orecchione, il qual era di fare che le cannoniere non fossero vedute di fuori della fossa.

Oltre di ciò il voler tiri, che ficchino nella fronte del baloardo, farà venir l'angolo del baloardo acuto; perchè se vorremo che il tiro CA ficchi nella fronte del baloardo opposto, bisognerà mutar la fronte, la quale dal detto tiro è strisciata, e tirarla più in fuori, secondo che si vede per la linea AS; il che facendo, non è dubbio alcuno che l'angolo del baloardo s'inacutisca.

Tuttavia soggiunge l'altra parte, che lo sperare che la piazza alta possa molestare il nemico, che abbia aperta la controscarpa, è cosa vana; perchè quando sarà ridotto a questo termine, avrà ancora ordinato modo di far sì che li difensori non possano in modo alcuno affacciarsi sopra la muraglia; per lo che le loro difese saranno in tutto tolte, di maniera che solamente il fianco del baloardo opposto potrà recar travaglio al nemico. E quanto a dire che il tiro di ficco sia causa che le cannoniere possano esser imboccate, rispondesi che volendo gli avversari che la piazza possa molestare il nemico che sia sulla fossa, potrà

nello stesso modo, e più facilmente ancora, impedirlo che non possa piantar l'artiglierie per accecare le cannoniere.

Considerate tutte le ragioni dell'una e dell'altra parte, le quali sono efficaci e gagliarde, risolviamo; che, potendosi, non meno la controscarpa che la fronte del baloardo sieno difese e di ficco e di striscio: però dovendo in ciascun fianco esser almeno due cannoniere, ordineremo che una strisci il baloardo e ficchi la controscarpa, e l'altra strisci la controscarpa e ficchi il baloardo: il che compartiremo in maniera che non causi inconveniente alcuno, come a suo luogo sarà manifesto.

CAPO XIV.

DELLA PIANTA, E DEL PROFILO.

Volendo dar perfetta cognizione della pianta e del profilo, e della loro differenza, bisogna farsi un poco da lontano, e dichiarar come in ciascun corpo sono tre dimensioni, senza le quali non si può assegnare e determinare l'intiera sua quantità; e sono tali dimensioni o misure lunghezza, larghezza e altezza; e sono, come s'è detto, necessarie tutte insieme per determinare l'intiera grandezza di ciascun corpo. Perchè essendo noi dimandati quanto sia grande qualche corpo, se diremo esser tanto lungo, diremo imperfettamente, potendo con la medesima lunghezza esser congiunta maggiore o minor larghezza, ed avere maggiore o minore altezza; nè si sarà risposto sufficientemente dicendo esser tanto lungo e tanto largo, senza dir ancora esser tanto alto. Ma quando alla dimanda si risponderà il corpo esser tanto lungo, tanto largo, tanto alto, allora si sarà soddisfatto al quesito, non avendo corpo alcuno altre misure in sè che le tre soprannominate.

E perchè nei nostri discorsi, volendo dimostrar tutte

le proporzioni delle parti della fortezza, abbiamo bisogno di dichiararne tutte le misure; però sarà necessario dire non solamente quanto ciascun membro debba esser lungo, ma quanto largo ancora e quanto alto. Ma perchè noi abbiamo bisogno di rappresentare i disegni della fortezza in una superficie, non essendo la superficie capace se non di due misure, non potremo nello stesso disegno rappresentar le lunghezze, le larghezze e le altezze; ma potremo bene rappresentarne due, cioè le lunghezze con le larghezze, ovvero le larghezze con le altezze.

E acciò che quanto si è detto, con l'esempio si faccia più manifesto, proponiamoci voler rappresentar le lunghezze e le larghezze d'una cortina con due mezzi baloardi, con la fossa e controscarpa. E recando innanzi la Fig. 22 della Tav. V, avremo per la linea EF la lungezza della cortina; le linee ED, FG saranno le lunghezze dei fianchi; dalle linee GHI, DCA ci viene dimostrata la larghezza dell'orecchione e lunghezza delli fianchi. Per le linee 2 3 4 viene mostrata la lunghezza della controscarpa; e volendo vedere la sua larghezza, cioè quanto la pendenza della sua scarpa la fa slargare dalla parte di sopra, guarderemo lo spazio compreso dentro le due linee 2 3 4, 5 6 7; e lo spazio tra le due linee 5 6 7, 8 9 10 sarà la larghezza della strada coperta. La linea KLMNOPQR, che rigira intorno tutta la fortificazione, comprende quello spazio e larghezza, che la parte inferiore acquista mediante la scarpa. L'intervallo fra le linee EF, ST sarà la larghezza del parapetto; e tra le linee ST, VX sarà la larghezza della *banchetta*. Ecco come nel presente disegno abbiamo le lunghezze e larghezze, e non le altezze.

Se vorremo avere le altezze, insieme però con le larghezze, le prenderemo dalla Figura 23; nella quale AB sarà l'altezza della banchetta, BC la sua larghezza, CD l'altezza del parapetto, DE la sua larghezza e pendenza, EFG l'al-

tezza e pendenza della cortina e sua scarpa, GH la larghezza della fossa, HI l'altezza e pendenza della controscarpa, IK la larghezza della strada coperta, KL l'altezza del suo parapetto. E così in questa figura abbiamo le medesime cose, come nella Fig. 22, ma rappresentate sotto altre dimensioni.

Concludendo diciamo, quel disegno che ci rappresenta le lunghezze con le larghezze dimandarsi *pianta;* e l'altro, che ha le larghezze con le altezze, esser detto *profilo*.

CAPO XV.

DELLA SCALA, OVVERO MISURA.

Poichè le misure non sono appresso tutte le nazioni le medesime, ma alcuni usano il braccio e l'altre misure più lunghe, ed alcuni più corte; se vorremo fuggir l'ambiguità e confusione, fa di mestieri che stabiliamo e fermiamo con quali misure siamo per proporzionare e misurare ciascuna parte della nostra fortezza: diciamo adunque che useremo per nostra misura il comune braccio toscano.

E perchè si possa con le debite misure proporzionare ciascun membro della fortezza in qualsivoglia picciola superficie, bisogna che dichiariamo il modo di fare e usare la scala. Quando adunque avremo determinato che figura vogliamo dare alla fortezza, e sopra quale spazio s'abbia a disegnare, prima tireremo una linea retta di lunghezza tale, che giudichiamo a un di presso che tanto deve esser la lunghezza d'uno dei lati della figura, o vogliamo dir una cortina tra l'uno e l'altro de' baloardi; di poi che l'avremo, come si dirà delle misure, la divideremo in tante parti eguali, quante braccia deve esser la lunghezza di detta cortina, e così avremo la scala delle braccia, dalla quale caveremo tutte l'altre misure.

Ma per fuggir il tedio di fare una così lunga divisione, potremo far con più brevità in questa maniera. Poniamo ex. gr. che la cortina abbia ad esser lunga 400 braccia; pigliando la quarta parte della linea, che ci deve rappresentare detta cortina, avremo la misura di cento braccia, la quale divideremo in 10 parti, e ciascuna d'esse ci rappresenterà braccia 10; dopo divideremo una di queste decine in dieci particelle, ciascheduna delle quali dimostrerà un braccio; e così da tal divisione potremo facilmente prender il numero di quante braccia ne piacerà, come di 6, 15, 20 ec., siccome ciascuno senza difficoltà può da sè stesso comprendere (1).

CAPO XVI.

PRIME CONSIDERAZIONI INTORNO ALL' ACCOMODARE DIVERSI CORPI DI DIFESA ALLE FORTIFICAZIONI.

La fortezza potrà difendersi con i soli baloardi, quando la lunghezza delle cortine non sarà troppo grande, come dimostra la Tav. V, Fig. 24; e in ciascun fianco si accomoderanno almanco due cannoniere, una accanto della cortina segnata A, la quale, come si vede, striscia la faccia

Nella Tav. IV, Fig. 7, sono accomodate tra i baloardi le piatteforme sopra le cortine reflesse, senza che impediscano le cannoniere dei baloardi, di modo che la cannoniera a canto dell'orecchione striscierà la controscarpa, e ficcherà nella faccia del baloardo, e la cannoniera accanto alla cortina ficcherà nell'uno e nell'altro luogo. Le cannoniere poi della piattaforma striscieranno le faccie de' baloardi. Tale fortificazione non è da eleggersi per circondar tutta una fortezza, ma si può tollerare in un sol luogo, quando si avesse la distanza tra l'uno e l'altro baloardo molto grande.

La piattaforma rovescia (Tav. IV, Fig. 8) s'accomoderà di modo che strisci la fronte de' baloardi; ma non potendo ella recar altra difesa, non è da eleggersi, anzi si deve fuggire, e solo porsi in uso sforzati dalla necessità, quando non vi sia altro modo di cavar le difese.

Li cavalieri a cavallo (Tav. IV, Fig. 9) con le piazze da basso strisciano le fronti de' baloardi, e sono di maniera situati, che le cannoniere de'baloardi, le quali sono a canto dell'orecchione, ficcano nella faccia del baloardo opposto, e strisciano la controscarpa, nella quale ficca la cannoniera a canto alla cortina.

Nel fabbricar questi cavalieri, siamo di parere che la cortina, che li traversa, non si rompa, anzi s'innalzi all'altezza del cavaliero; acciocchè se mai venisse zappata e rovinata la parte dinanzi, resti la parte di dentro sostenuta dalla cortina a guisa di semplice cavaliero. Tale fortificazione è molto meglio di quella della piattaforma; perchè, oltre quello che s'è detto, scuopre la campagna, fa traversa di dentro al batter per cortina, serve per difesa della ritirata, e da alto scuopre e batte i baloardi che fossero stati tolti.

Nella Tav. V, Fig. 25, i baloardi A, B prestano tutte le difese da per loro, e li cavalieri C, aggiunti tra l'uno e

l'altro baloardo, battono solamente la campagna, e possono difendere la ritirata, ed essendo preso un baloardo potranno travagliare e scacciarne il nemico; e questi si potranno fare di qualsivoglia forma.

Per accomodar un cavaliero sopra un baloardo, non troviamo dimostrato da altri modo alcuno, che appieno ne satisfaccia; il che è stato cagione di farvici pensar sopra, e finalmente crederò averne ritrovato un modo, il quale augumenti molte difese, senza punto impedire o disturbare le solite difese del baloardo.

Il cavaliero dunque accomodato sopra la gola del baloardo è quello che ci viene rappresentato per le lettere ABCDEF (Tav. V, Fig. 26); e le piazze di sotto del baloardo hanno il muro BC ed EF che è comune a loro ed ancora al cavaliero, e sono dette piazze BCHI, ed EFKL; di queste se ne coprirà con la volta la metà, ovvero li due terzi, acciocchè venendo battuto per fianco il cavaliero, le sue rovine non proibiscano il poter stare nelle piazze da basso. Queste parti ricoperte sono segnate BCTV, EFRS; e quando saremo col cavaliero all' altezza di dette volte, si girerà secondo la larghezza delle piazze di sotto un mezzo cerchio di qua e uno di là dai lati del cavaliero, i quali entreranno in corpo al cavaliero, come si vede M, N; e questi si alzeranno su a guisa di due nicchie, e all' altezza di sei braccia circa si chiuderanno: di maniera che, volendo noi tirare per fianco dalla piazza di sopra del baloardo, tra la larghezza delle volte e lo spazio acquistato dai due mezzi cerchi, vi sarà campo abbastanza per lo stornare delle artiglierie, il quale spazio vien compreso per le lettere TVN, SRM. Girerassi ancora in cerchio la parte dinanzi del cavaliero, come si vede in EDC; e per poter salire sopra la piazza alta del baloardo si farà sotto il cavaliero una strada in volta segnata AD; e le salite del cavaliero si faranno a canto le piazze di sotto, l' una dov' è RFP, e l' altra dove

è VBQ: si potranno accomodar ancora le due stanze P, Q, le quali potranno servire per le munizioni.

I cavalieri a canto ai baloardi nella Tav. IV, Fig. 9, sono in alcune cose da posporsi al cavaliero piantato sopra il baloardo nel modo poco fa dichiarato, perchè restando dentro della cortina non portano difesa se non alla campagna oltre la fossa. È ben vero che servono eccellentemente per traversa al battere per cortina, e fanno buonissimo fianco alla cortina per di dentro; e in somma è fortificazione da apprezzarsi.

« Al cavaliero, che si fa tra due baloardi dentro della cortina, lasciando fra esso e la cortina spazio assai capace, si faranno due cannoniere per fianco, le quali scuoprano la campagna. Ma nella faccia dinanzi sarà bene non vi far cannoniera alcuna, perciocchè verriano tanto scoperte, che senza difficoltà sariano imboccate. L'altezza del cavaliero deve essere tanto più della cortina, quanto basti a scoprire la campagna, e travagliare sì il nemico, che non possa con ogni piccola ricoperta di trinciera o d'altro venire in su la fossa. Però non dovrà alzarsi sopra la cortina meno di sette o otto braccia ».

La fortificazione della Tav. IV, Fig. 6, con la pittaforma sopra la cortina diritta, non ci piace, perchè non si potrà accomodar talmente, che non impedisca le difese scambievoli de' fianchi de' baloardi. Nè si potendo nella piattaforma per la sua picciolezza accomodar altro che un tiro, il quale strisci la faccia del baloardo, sarà difesa così scarsa, che meglio sarebbe accomodarvi un altro baloardo.

E per dar qualche lume dell'adattare tutti gli altri corpi di difesa, abbiamo ancora posto la Fig. 27, Tav. V, composta di varii fianchi: come forbici segnate A, B, C; denti D, D; linee reflesse E, E; linee curve F; e G, G casematte. De' quali fianchi non ve ne sono de' reali altri che le forbici, le quali sono in effetto due mezzi baloardi.

[illegible] dimandano corpi di difesa reali [illegible] difendere se non con pezzi reali: [illegible] quelli solamente, li quali tirano [illegible] su: e gli altri che portano meno [illegible] si addimandano pezzi piccoli o [illegible]

CAPO XVII.

[illegible] CONTRO ALLE SCALATE.

[illegible] rimediare, se sara possibile, [illegible] nemico, e fare una fortificazione con [illegible] non si abbia punto a temere: sara [illegible] sapere con quali offese il nemico [illegible] assalirci, ma ancora con quali mezzi egli [illegible] effetto tali sue offese. E in quanto ap- [illegible] chiara cosa è che non si possono usare [illegible] o si fiaccano per lo peso dei soldati. [illegible] gagliarde, saranno tanto grosse e grevi, [illegible] disagiose per esser maneggiate. Adun- [illegible] muraglia da venti braccia in su [illegible] assicurarci dalle scalate; e tal ri- [illegible] mediante la scarpa che si dara [illegible] in giù, e dallo sportare un poco [illegible] perchè volendo l'inimico accomodare [illegible] si accosti con la sua estremità al [illegible] discostarla molto dal perpendicolo. [illegible]; il che sarà causa, che la scala [illegible], e per arrivare all'altezza della [illegible] molto lunga, come nella Fig. 28. [illegible] quale ancorchè l'altezza della mu- [illegible] venti braccia, la lunghezza della [illegible] ventitrè

Evvi un altro rimedio ottimo a tal' offesa; il qual è il far il letto della fossa non a livello secondo la linea DB, ma a schiso e pendente secondo la linea DE; perchè sullo sdrucciolo di tal linea non potendosi fermare la scala, sarà forza che arrivi dal punto A al punto E, e per conseguenza sia tanto lunga che non si possa maneggiare. E la medesima pendente DE farà che quando l' inimico volesse pur venir con ordigni e macchine da gettar le scale alla muraglia, non si potrà accostare, e sarà vana ogni sua fatica. E finalmente l' aver cannoniere, che striscino la cortina e le fronti de' baloardi, farà proibire l' accostare le scale e fermarle appresso la muraglia, con qualunque mezzo l' inimico ciò far volesse.

CAPO XVIII.

DELLA ZAPPA.

All' offesa della zappa, quando il nemico avrà cominciato a porla in opra, non pare vi resti altro rimedio che i tiri che ficcano, come dimostra la Fig. 24, Tav. V, nella quale avendo l' inimico incominciato a penetrar dentro alla muraglia nelli punti C, F, le cannoniere a canto l' orecchione B, E, ficcheranno nelle aperture, e facendo schizzar le pietre molesteranno e scaccieranno i zappatori. Il simile faranno ancora nella cortina, quando il nemico venisse per zapparla: ma ciò rade volte potrà avvenire, per esser la cortina sottoposta e messa in mezzo alla doppia difesa e vicina delli due fianchi, il che non avviene alle fronti dei baloardi; e per tal rispetto loderemo assai che la cortina tra l' uno e l' altro baloardo si rifletta e faccia angolo indietro, come le due linee AG, DG, le quali ficcano l' una nell'altra scambievolmente. Ma per esser l' offesa della zappa importantissima e scarsa di rimedi, bisogna star molto cauto e

vigilante per vietar che il nemico non si conduca sotto la muraglia: il che acciò possiamo fare, sarà di mestiero dichiarare e mostrare in qual maniera il nemico si conduca nella fossa.

CAPO XIX.

DELLA TRINCIERA.

Essendo che l'offesa della zappa non si può usare se non da vicino, come disopra si è detto, però bisogna che dichiariamo il modo col quale si può venir sotto la muraglia, il quale è per via di trinciere sino in su la fossa; e come poi s'attraversi la fossa dichiareremo più a basso.

E prima supponiamo che la fortezza abbia la tagliata ed ispianata attorno attorno per lo spazio d'un miglio, di maniera che il campo nemico non possa piantare li suoi alloggiamenti in luogo sicuro se non in maggior lontananza di un miglio, essendo dentro a tale spazio ogni luogo scoperto e mal sicuro: non si potendo praticar la campagna senza pericolo, bisognerà incominciar la trinciera lontana dalla fortezza un miglio; e volendo far trinciera cavata per tutto il detto miglio sarebbe opera molto laboriosa e lunga. Per lo che si potrà cominciar un argine di fascine e legname ammassati insieme, il qual lavoro richiede molta lunghezza di tempo; e da questa fascinata ricoperti si potrà venir un pezzo innanzi, cioè sino che si potrà giudicare che possa resistere alle artiglierie della fortezza. Ma essendosi molto avvicinato, nè bastando più la difesa delle fascine, come faceva in maggior lontananza, si comincierà la trinciera cavata, la quale per condurre ad effetto si terrà tale ordine.

Prima di notte si metteranno in opera i cavatori, i quali possano segnare, cavando un poco, la drittura, secondo la quale dovrà camminar la trinciera; la qual drittura si farà

riguardare verso qualche parte che non possa per dritto esser imboccata dalla fortezza. E preso tal segno si caveranno, pur di notte, molte buche sopra detta drittura, profondandole circa due braccia, « ed altrettanto larghe per ogni verso », e lontano l'una dall'altra circa dieci o dodici braccia; in ciascuna delle quali si lascieranno due uomini, che potranno ancora di giorno seguitar il lavoro, e buttando il terreno cavato sempre verso la fortezza, lavorar al sicuro: avvertendo che il primo terreno cavato sia buttato quattro o cinque braccia lontano dall'estremità dell'argine, talmente che vi resti spazio per l'altro terreno da cavarsi di mano in mano.

« La profondità della trincea sarà dal piano della campagna braccia due e mezzo. Ma perchè il terreno che si cava si butta poi in su l'argine, le due braccia e mezzo cavate importeranno più di cinque all'altezza dell'argine. Perciocchè la fossa della trincea si dovrà fare larga circa sette braccia, tanto in bocca, quanto in fondo; e la grossezza dell'argine verrà circa sei braccia da basso, e manco ancora nella sommità ».

Ma perchè vedendo quelli della fortezza apparecchiarsi l'inimico ad assalirli per via di trinciere, e sapendo quanto sieno pericolose, è credibile che con ogni sforzo s'ingegneranno di sturbarlo, e che molti sortiranno dalla fortezza per venir ad ammazzar quelli della trinciera, i quali avendo molto lontano il soccorso dello esercito, prima sarebbero tagliati a pezzi che aiutati dalli suoi; però per provvedere a tal pericolo sarà bene fare alcune bastionate, come si vede nella Fig. 31, Tav VI, per le lettere QER, le quali abbiano li loro aperti con i suoi ripari innanzi, acciocchè dalla terra non possano essere imboccate dall'artiglieria, e queste potranno servire per ritirata a quelli della trinciera. E ancora vi potranno stare alcune compagnie di soldati per soccorrere quelli che fossero occupati nel cavare la trinciera.

Fannosi ancora trinciere di linee storte, come si vede dal punto O al punto V; le quali si faranno nel medesimo modo che le dritte, avvertendo di gettar sempre verso la fortezza. E nelle svolte, quanto più saranno strette, più saranno ricoperte e sicure, perchè manco potranno essere scoperte dalla fortezza. Ma bisognando alcuna volta farle capaci, acciò vi si possa girare l' artiglieria, s' alzerà più il terreno verso quella parte che ricopre le svolte, che altrove; e vi si metteranno de' gabbioni, de' quali chi sarà alla campagna avrà sempre abbastanza. E facendosi le trinciere con qualche riflessione, angoli, o fianchi, sarà molto utile per poterle guardare e difendere; come più minutamente si dirà, quando si tratterà del fortificare gli alloggiamenti.

Ed acciocchè meglio si comprenda quanto s' è detto, riguardisi nella suddetta Fig. 31, nella quale il punto O è tanto lontano dalla fortezza che non può esser offeso; e di lì cominciando la trinciera di fascine s' arriva al punto R, il quale comincia ad essere pericoloso, nè essere abbastanza assicurato dalla fascinata. Però quivi comincierà la trinciera cavata, la quale procederà, non come la EF, la EG, la EH, le quali vengono imboccate dalli baloardi o dalla cortina, ma si drizzerà come la QK, ovvero RI, le quali non riguardano drittamente verso parte alcuna della for-

altri mezzi, atteso che le offese, che verranno dalla piazza alta de' baloardi, e di sopra la cortina, saranno di grandissimo impedimento, però bisognerà torle via; il che si farà in due modi. L'uno col rovinare e tor via il parapetto, di modo tale che niuno vi possa star di dietro ricoperto, ma venga veduto ed offeso dall' artiglieria di fuori, che da qualche luogo rilevato offenda quelli che stanno alle difese. L'altro sarà con offenderli senza rovinare i parapetti; il che sarà col batter per cortina con qualche cavaliero. « Il battere per cortina altro non è che il fare un cavaliero, o altro luogo rilevato nella campagna, di dove si possa scoprire qualche parte del parapetto o cortina dalla parte di dentro, e batterlo con l' artiglierie piantate in sul cavaliero ». E ciò si vede per il cavaliero R, il quale batte per di dentro la fronte del baloardo AB, e per il cavaliero Q, il quale batte la cortina BC.

Il modo del levar le offese rovinando i parapetti non si può fare da lontano, e però bisogna per accostarsi sicuro far le trinciere, come già s'è mostrato: e quando si sarà vicino la muraglia a 250 o 300 braccia, s'accomoderanno i gabbioni e bastioni di maniera, che dietro ad essi potrà star sicura l' artiglieria e tirare ai parapetti, come si vede nella Fig. 31 sopradetta, dove noi supponiamo che sieno fatte le trinciere cavate QK, QI, e le trinciere L, M, N sopra la terra; e volendo levare le difese da A, B, C, D tutte in un medesimo tempo, si metteranno i gabbioni fra le due trinciere cavate, avvertendo sempre d' accomodarli in faccia a dove si vuol battere, acciò che il colpo sia ad angoli retti e faccia maggior effetto: però s'è posto nella figura che i gabbioni L risguardino la faccia del baloardo A, i gabbioni M la cortina, e li N la faccia del baloardo D.

Da queste tre faccie ed ordini d' artiglierie si tirerà alli parapetti: e non è dubbio, come sanno i periti della

guerra, che facilmente si levano via, o almeno si vieta lo starvi ad offendere chi viene nel fosso.

Levate che sieno nelli modi dichiarati le offese che vengono dalla cortina e dalle piazze alte, tutta la speranza di quelli di dentro si riduce ne' fianchi B, C; i quali si cercherà anche di rovinare, od imboccar le cannoniere per quanto sarà possibile, acciò che non facciano effetto. E questo si fa con piantare l'ali dell'artiglierie S, T, l'una delle quali imbocchi il fianco C, e l'altra il B. Ma non per questo saranno del tutto levate le offese, perchè almeno le cannoniere a canto gli orecchioni resteranno ancora salve, e potranno fare ancora offesa. Però bisogna di notte aver preparate molte balle di lana e gabbioni e simili ripari; ed arrivato che si sarà alla testa della trinciera I ovvero K, o all'una e all'altra nel medesimo tempo, « si taglierà la controscarpa fino al piano della fossa. Di poi per poter uscir fuori di tal tagliata » si comincierà a mettere una balla o un gabbione da mano destra, e uno da sinistra: e se ne ordineranno due file, una KA, o ID, che vada a trovar la punta del baloardo, per far che il fianco dell'altro baloardo opposto non impedisca l'entrata della trinciera nel fosso; e l'altra fila KX, od IZ, vada attraversando il fosso alla volta dell'orecchione, « abbracciando con le due file KA e KX, o ID ed IZ, tutto quello spazio della faccia del baloardo, che si ha in animo di voler zappare ». E nell'istesso tempo che si spingeranno innanzi le balle, bisogna circondarle e ricoprirle, il più che sarà possibile, di terra; la quale (se la qualità della fossa lo permetterà) si caverà da essa medesima, perchè nello stesso tempo si sbasserà il fondo, per tutto quello spazio che resterà « tra l'uno e l'altro di questi argini di balle o fascine » e s'alzerà la traversa, e sarà ricoperta più sicura; « perciocchè questa deve esser riparo a tutte le offese circostanti, cioè ai tiri dei fianchi, all'impeto delle sortite, e all'offese delle casematte ».

Quando non si possa cavar la fossa, s' ordineranno due file d' uomini nella trinciera, li quali con corbelli conducano il terreno in questa maniera, che una fila vada porgendosi l' un l' altro i corbelli pieni, e quelli dell' altra fila riporghino indietro i corbelli vuoti, e così con prestezza si condurrà gran quantità di terreno; avvertendo che le file si si voltino l' una all' altra le spalle, acciò non dieno impedimento. E quando quelli che hanno posto i corbelli pieni saranno stracchi, metti in loro luogo gli altri che li riconducevano vuoti; e così facendosi alternamente, verranno a far molto lavoro. Avvertendo che mentre queste cose si fanno, l' artiglierie non restino di tirare ai parapetti, e i cavalieri di battere per cortina; per il che fare bisogna aver aggiustati li tiri di giorno; perchè è cosa credibile che quelli della fortezza faranno ogni sforzo per disturbar l' inimico.

Le traverse, che hanno a servire per ricoperta nel passare la fossa, non vorranno esser manco grosse di venti braccia, volendo che possano resistere all' impeto dei fianchi; e per l' altezza, quanto più saranno basse più saranno gagliarde. E per maggior sicurezza si farà una trinciera a canto della controscarpa, come si vede la trinciera KGI (Fig. 31) gettando il terreno verso i gabbioni LMN, dopo la quale possano stare archibugieri, i quali con archibugi da posta leveranno l' offese per tutto, come prima faceva l' artiglieria L, M, N, con manco spesa e travaglio; ed aperta la controscarpa in più luoghi, da detta trinciera si potrà al sicuro offender tutti quelli che sortissero dalla fortezza.

Finalmente dopo tutte queste preparazioni si verrà sotto la muraglia a zapparla. Sebben tutte queste cose, com' è il vero, nel mettersi ad esecuzione sieno pericolose molto e difficili; tuttavia non resta che non si possano fare e non si facciano. Però è necessario pensarvi molto bene,

ed ordinar la fortezza in maniera, come appresso dimostreremo, che tolga ancora la speranza al nemico di porsi a tale impresa.

E questo basti circa il condursi sotto la muraglia.

CAPO XXI.

DEI RIMEDI PER PROIBIR L' ACCOSTARSI ALLA FORTEZZA E ZAPPARLA.

Come s' è dichiarato disopra, per traversare e poter scorrere la spianata, userà l' inimico le trinciere, per traversar la fossa le traverse di balle ed i gabbioni; e finalmente si condurrà all' atto del zappare. Per disturbarlo nel fare le trinciere non ci sarà più opportuno rimedio che il sortire; e se saranno nella fortezza, come in effetto fa di mestieri che vi sieno, dei cavalieri e luoghi eminenti che signoreggino la campagna, questi non lascieranno che il nemico possa piantare le sue artiglierie per rovinar li parapetti e tor via le offese; e parimente potranno impedirgli il far cavalieri alla campagna per batter per cortina: alla quale offesa, quando pure sia posta in uso, si osterà col fare delle traverse, le quali non lascieranno battere per cortina: e se di già si avranno cavalieri a canto li baloardi, essi medesimi si presteranno a tal uso. Ma per disturbare il nemico nel traversare la fossa, ci sarà di mestieri, sì come in tutte l' altre occasioni di guerra, di grandissima prestezza nello uscir fuori a combattere la fossa, avanti che siano fatte le traverse. E se dentro la muraglia, sotto la controscarpa, e in diversi altri luoghi della fossa saranno delle casematte, apporteranno comodo grandissimo, e forse sono il più opportuno rimedio che in simil accidente usar si possa: e a parer mio, in tal caso è più da sperar in esse, che in qualunque altro ajuto. Ma dato che finalmente il nemico superasse tutte le difficoltà, e si fosse condotto all' atto del

zappare, potrà portargli nuova difficoltà l'esser la muraglia fabbricata, secondo che è piaciuto ad alcuni, con archi grandi e larghi più che sia possibile, i quali vengano ascosi da una sottile camiscia di muraglia; perchè venendo a tagliar l'inimico la parte inferiore del muro, resterà tuttavia in piedi la superiore sostenuta da detti archi, i quali non rovineranno se prima non verranno tagliate loro le coscie ed imposte, e queste con difficoltà saranno affrontate dal nemico, essendo nascoste e tra di loro molto lontane. E se la fortificazione sarà di terra, potrà assai resistere alla zappa essendo tra essa terra mescolato del legname lungo e sottile, con le sue incatenature, secondo l'ordine che disegneremo, quando parleremo del fortificare di terra; poichè venendo zappato da basso, il legname e l'incatenature sostengono assai il terreno di sopra.

Tutte queste cose serviranno solamente, come si dice in proverbio, per allungare l'infermità, atteso che non vi ha dubbio alcuno, che, perseverando di stringere, l'inimico s'impadronirà del luogo. Ma o per la lunghezza del tempo, o per nuovi soccorsi a quelli della fortezza, o per la morte di qualche principe, o per dissensioni e discordie nate tra i nemici, o per tempi contrari, o per peste o malattie, è molte volte finita la guerra con salvezza degli assediati.

CAPO XXII.

COME SI FORMINO LE MINE.

« Le mine si fanno con cave sotterranee, per le quali cave si va sotto un fianco d'un baloardo o sotto qualsivoglia altro edifizio che si voglia rovinare. Perciocchè condotta che si sia la cava al destinato segno, allargandosi quivi in maggior ampiezza vi si pongono molti barili di polvere, dalla quale si parte con un solco di polvere, e tornando

indietro per la medesima strada che si tenne in fare la mina, dandovi poi il fuoco, con notabile rovina si spiana ed atterra qualunque e quanto si voglia gagliardo edifizio. . . . Però prima fa di mestiero che dimostriamo il modo, con il quale camminando sotto terra ci possiamo condurre al luogo disegnato.

« Quando dunque si sarà determinato di voler fare la mina, e da che luogo sia di mestiero cominciarla; primieramente si comincierà a cavare una buca a guisa d'un pozzo, la quale vada giù a perpendicolo, e questa si farà tanto profonda, che camminando poi sotterra verso il luogo che s' intenda minare, s' abbia a camminare a livello, senza avere a salire o scendere. Perocchè quando non s' andasse innanzi equidistantemente all' orizzonte, la cava riuscirebbe corta, nè ci condurrebbe sotto il luogo proposto. Similmente si deve avvertire di camminare innanzi per la linea retta, senza torcere a destra o a sinistra, se già con qualche impedimento non ci si proibisse, al qual poco appresso troveremo rimedio. Fatto dunque il pozzo con debita profondità, si piglierà la distanza per linea diritta dal pozzo al luogo che si vorrà minare, la qual distanza bisogna che sia presa molto esquisitamente. Però potendosi accostare al luogo destinato, si misurerà con filo esattamente; quando che no, sarà di mestiero con qualche istromento da pigliar distanze, siccome a suo luogo insegneremo, prendere detta lontananza: la quale presa, si osserverà, dal luogo dove si incomincia la cava, nella bussola quanti gradi declini la linea retta, dal principio della cava al luogo destinato, dalla linea meridiana; e questa declinazione, presa che sia esquisitissimamente, si manterrà sempre nella strada sotterranea, acciò non si venisse deviando a destra o a sinistra.

« Ma quando si trovasse qualche impedimento, come sarebbe qualche pozzo, o simil altro ostacolo, e che non ci fusse conceduto il procedere avanti direttamente, allora si

declinerà a destra o a sinistra, secondo che più ci tornerà comodo, avvertendo di torcersi sempre ad angolo retto, acciò più facilmente si possa arrivare al luogo destinato; il che si potrà fare in due maniere. La prima delle quali sarà, come nella Fig. 29, Tav. VI, che volendo andare per linea retta dal punto A al punto F, avendo ritrovato l'impedimento X, si torcerà, come si vede, secondo la strada BC ad angolo retto. Di poi si andrà innanzi dal C al D tanto che giudichiamo che basti per sfuggire l'impedimento X. Di poi si ritornerà secondo la DE sempre ad angolo retto, facendo la distanza DE=CB. Il che fatto, sarà il punto E ritornato in su la medesima dirittura AF, e si sarà camminato innanzi tanto quanto è la distanza CD, e seguitando alla medesima dirittura dal punto E al punto F, si arriverà al luogo destinato.

« L'altra maniera sarà come si vede in PQRS; cioè quando saremo con la cava arrivati all'impedimento Z, usciremo in fuori ad angolo retto secondo la strada QR, la quale si farà tanto lunga che basti per sfuggire detto impedimento. Quando poi saremo nel luogo R volendo per la più breve condurci al luogo destinato S, potremo andare per linea retta. Ma qui è necessario avvertire due cose: l'una è, che la medesima declinazione della bussola non ci potrà servire nella cava RS, che ci avrebbe servito potendo seguitare per PQS. La seconda è, che la distanza dal punto R al punto S sarà maggiore della distanza QS, e tanto più grande, quanto più la QR sarà lunga. A questa seconda difficoltà, cioè del trovare la distanza RS, si rimedierà in questa maniera: prima si considererà quanta era tutta la distanza PQS, la quale poniamo per es. che fosse 400 braccia; da queste si detragga la distanza PQ, la quale suppongo 100 braccia, di maniera che resterà la distanza QS 300 braccia; le quali braccia 300 si moltiplichino in sè medesime, che faranno 90,000. Dipoi si moltiplichi in sè medesima la

distanza QR, la quale poniamo che sia 40 braccia, che moltiplicate in sè stesse fanno 1600; e questo numero si congiunga con il 90,000 e avremo 91,600, del quale piglieremo la radice quadrata, che è circa 303, e tante braccia saranno da R ad S; e con questa medesima regola si procederà sempre.

« Per trovare poi la differenza della declinazione dalla linea meridiana tra la cava QS ed RS, si disegnerà un triangolo rettangolo simile al triangolo QRS, cioè che abbia i lati secondo le proporzioni delle tre distanze QR, RS, SQ. Fatto questo si accomoderà la bussola sopra la linea QS di maniera che si vegga la declinazione di QS dalla linea meridiana. Di poi si accomoderà l'istessa bussola sopra la RS osservando la sua declinazione dalla medesima linea meridiana, la quale declinazione osservata diligentemente, sarà quella medesima che si deve osservare nel fare la cava RS per condursi al luogo determinato senza errore.

« Arrivati che saremo al luogo destinato, si darà principio a far il forno, il quale altro non è che una piccola stanzetta a guisa d'una volta, nella quale va posta la polvere. Questo forno si farà di figura e grandezza diversa, secondo che si vorrà rovinare diversi edifizi. Perciocchè se vorremo rovinare una parte d'una cortina, il forno si deve fare più lungo che largo, facendo venire la sua lunghezza sotto la lunghezza della cortina, e la larghezza che corrisponda alla grossezza della cortina: ma se vorremo minare qualche corpo di difesa d'altra figura, come sarebbe un fianco ovvero una fronte d'un baloardo, allora si potrà fare il forno poco differente circa la lunghezza e la larghezza. Quanto poi alla capacità e grandezza sua, ci dobbiamo regolare secondo che la fabbrica da minarsi sarà più o meno gagliarda, e se si farà detto forno, che sia circa a quattro braccia per ogni verso, sarà di grandezza mediocre. Questo si deve d'ogni intorno armare di tavoloni grossi

due o tre dita, acciocchè assicuri la polvere dall' umidità. Di poi si spargerà nel fondo di detto forno un suolo di polvere alto circa a quattro dita: di poi s' empierà il forno di barili di polvere della più fina e gagliarda che si faccia. Fatto questo, si ordinerà lo stoppino, con che si vuol dar fuoco, e questo ancora, per assicurarlo dall'umidità, si metterà in un canale di piastra di ferro, facendovi molti fori acciocchè lo stoppino non venga a soffocarsi e spegnersi.

« Ma acciocchè la mina non venga, quando sia accesa, ad esalare per la cava fatta, si terrà questa maniera. Quando con la cava saremo vicini al luogo che s' intende minare circa a dodici o quattordici braccia, non si seguiterà più di fare la cava della mina per linea retta, ma si andrà torcendo con due o tre svolte: dipoi quando sarà accomodata la polvere e lo stoppino, si verrà riturando benissimo la cava, intraversandola con pezzi di travi e con terra ben battuta e serrata. E perchè il fuoco non fa forza se non per linea retta, le svolte lasciate alla bocca del forno, con quei sodi che tra esse saranno, faranno grandissima resistenza all' impeto del fuoco. Devesi ancora avvertire, che la parte superiore del forno sia la più debile, acciocchè il fuoco non ritrovando dalle bande dove rompere, più facilmente spinga all' insù, levandosi in capo tutto quello che troverà, e così venga la mina a non esser fatta invano ».

CAPO XXIII.

RIMEDI CONTRO LA MINA.

La mina quanto è offesa violenta, è ancora all' incontro fallace, ma quando si conduce a fine non è dubbio alcuno che riesce violentissima.

Se la fortezza, essendo antica, non avrà le contramine di già ordinate, bisognerà che li difensori stiano molto vi-

gilanti per accorgersi quando il nemico verrà per minare; il che si potrà conoscer dallo strepito che farà il nemico per zappar la strada sotterranea. Perchè tenendo un orecchio appoggiato in terra, si sentirà l' intronamento che sarà fatto all' intorno. Potrassi ancora il medesimo scuotimento comprendere da qualche cosa che facilmente si muova, come sarebbe col posare in terra un vaso pieno d' acqua, la quale si vedrà tremare allo scuotere della terra percossa dalli cavatori. Alcuni usano drizzare in terra un tamburo, sopra il quale pongono sassetti leggieri, o fave, o simili cose che facilmente si muovano, le quali all' intronamento delle percosse di chi cava si muoveranno e renderanno strepito. Questi e simili sono i mezzi da venir in cognizione, quando il nemico voglia minare.

E per rimediare alla mina, tutti i cavamenti fatti attorno al luogo sospetto saranno opportunissimo rimedio: i quali cavamenti si faranno sempre, potendosi, dalla parte di fuori, cavando intorno al luogo, che intenderemo voler assicurare, una fossa sotterranea, facendo oltre ciò in essa ad ogni venticinque o trenta braccia un pozzo; e se nel fondo del pozzo si farà una fossa, che dall'uno vada all' altro, sarà buonissima cosa. E quando non si possano far simili cavamenti per di fuori, si faranno dalla parte di dentro, ordinando delle cave, le quali vadano pendendo ed inchinando verso la mina; e la loro bocca si farà lontana dalle muraglie o altri luoghi atti a rovinare, acciocchè svaporando per essa il fuoco non offenda cosa alcuna. L' utilità di questi cavamenti è, che quando sarà acceso il forno, trovando da poter rompere dai lati, più facilmente si farà strada per detti pozzi e cavamenti, che col levarsi in capo tutto il peso sopraposto.

Ma nelle fortezze che si avranno a fare di nuovo, acciò si stia senza sospetto s' ordineranno le contromine intorno a tutta la fortezza dalla parte di fuori, facendo strade

sotterranee con pozzi e cavamenti, come già s'è detto. Avvertendo che non tutti i luoghi sono sottoposti alle mine; anzi quelli che hanno attorno acque, e dove l'acqua, cavando, facilmente si trova, come sono i luoghi di piano, non corrono pericolo di mine; alle quali per lo più sono sottoposte le fortezze di monte.

CAPO XXIV.

DELLA BATTERIA E SUOI RIMEDI.

La batteria è veramente la più sicura e gagliarda offesa che usar si possa: e di questa siamo per dire succintamente i mezzi che si tengono per porla ad effetto, ed i rimedi che contro di essa usare si possono.

E prima, volendo che la batteria sia gagliarda, fa di mestieri piantar l'artiglierie vicine, perchè quanto più saranno da presso tanto maggior passata potranno fare. Nè sia chi tenga quell'opinione ridicolosa, che l'artiglieria faccia maggior effetto in una certa distanza, che da vicino; perchè è del tutto falso. Adunque avanti ogn'altra cosa bisogna che il nemico pensi d'approssimare la sua artiglieria alla fortezza, il che non potrà fare se non col mezzo delle trinciere. Ma come i difensori possano sturbar l'inimico nel far tali trinciere, s'è detto di sopra abbastanza. E quando le artiglierie sieno approssimate, bisogna scoprirle in campagna aperta volendo porle in uso per la batteria; però non sarà lecito ciò fare, se prima non si torranno l'offese che vengono di sopra i parapetti; e così l'inimico o cercherà di rovinargli, o di battere per cortina di sopra cavalieri alla campagna.

Al rovinare di parapetti sarà ottimo rimedio il farli grossi diciotto o venti braccia, perchè quando ben vengano battuti nella parte dinanzi, ne resterà tuttavia per di den-

tro tal parte in piedi, che servirà per ricoperta. Al batter per cortina si rimedierà con traverse; anzi i cavalieri a canto i baloardi in questo caso serviranno eccellentemente.

Tolti via li già detti impedimenti, non per questo si porrà ancora il nemico alla batteria, se prima non vedrà d'esser sicuro di poter poi venir all'assalto; nè avrà tal sicurezza, se prima non toglie via le difese de' fianchi; però tenterà d'imboccare ed accecar le cannoniere, ovvero, disarmando le piazze della ricoperta degli orecchioni, renderle del tutto inutili.

A queste cose si osterrà col far gli orecchioni grossi almeno quaranta o ancor cinquanta braccia; perchè una muraglia così grossa e massiccia, quando anche venga tutta rovinata, non s'abbasserà mai tanto, che le medesime rovine non ricuoprino le piazze da basso. Ed all'esser imboccate, o per dir meglio al fare, che quando bene fossero imboccate, non per questo sieno rese inutili, ne dimostreremo il modo più a basso, quando insegneremo la fabbrica d'un perfetto baloardo, e che al parer nostro possa resister a qualsivoglia offesa.

Le cose sin qui dette serviranno per impedire e difficoltar al nemico il venir all'atto del battere: e questo gli sarà reso ancor malagevole se la fossa sarà assai profonda, perchè l'altezza della controscarpa gli occuperà tanta parte della muraglia, che o non potrà battere se non dal cordone in su (e così le rovine non saranno a bastanza per far scala alla salita), o volendo battere a basso sarà forzato ad una delle due cose, cioè: o ad innalzarsi con cavalieri battendo da alto a basso con suo poco profitto, essendo che la batteria che viene da alto a basso è di pochissima forza; ovvero bisognerà che tagli ed apra la controscarpa; il che non potrà far senza lunghezza di tempo e senza pericolo, e massime se ne' fianchi saranno cannoniere che ficchino nella controscarpa.

Ma venendo finalmente il nemico alla batteria, se la muraglia ed il terrapieno saranno fatti con buona disposizione, avrà molto che fare; ed in particolare se vi saranno i contrafforti fatti nella maniera che più di sotto si dirà, i quali, quando bene sia rovinata la muraglia di fuori, saranno bastanti a mantenere in piedi il terrapieno. Il quale se sarà capace dopo le cortine, e se i baloardi avranno le piazze alte spaziose in modo, che comodamente vi si possano far le ritirate, si darà travaglio non piccolo al nemico nel venire all' assalto, purchè vi siano difensori; nell'ardire e forze dei quali consiste il nervo della fortezza.

Ed essendo fatta la ritirata, si potrà benissimo difendere per fianco, di sopra i lati che mettono in mezzo la rovina, accomodandovi, se sia bisogno, delle artiglierie, e per fronte sarà difesa da archibugieri; ed in simil caso non si può esprimere di quanta utilità siano i cavalieri a canto i baloardi, li quali, come più volte s' è detto, possono far eccellentemente fianco alla ritirata; la quale è di tanto giovamento, che purchè i difensori non si perdano d' animo, può render vane tutte le fatiche e pericoli superati dal nemico.

CAPO XXV.

MISURE PARTICOLARI DELLA MURAGLIA D' UNA FORTEZZA, SUA SCARPA, CONTRAFORTI E PARAPETTO.

Per procedere con la maggior chiarezza, facilità e brevità che sia possibile, dimostreremo successivamente il modo di disegnare ed accomodare ai loro luoghi tutte le parti della fortificazione con le loro misure e proporzioni.

E cominciandosi dalle più universali e comuni, diremo della grossezza della muraglia, la quale circonda intorno intorno tutta la fortezza. E se ben potrebbe ad alcuno parere,

che quanto più fosse grossa, tanto fosse migliore, tuttavia siamo di parere contrario, cioè che si faccia più sottile che sia possibile; anzi se la fortezza non si avesse a mantener lungo tempo, basteria formarla di terra. Ma perchè nel processo del tempo i ghiacci, le nevi, le piogge vanno rodendo e consumando il terreno, fa bisogno vestirlo di muraglia, la quale si farà solamente tanto grossa, aiutandola ancora con la scarpa e contraforti, che basti a sostenere il peso del terrapieno; perchè la muraglia sottile, oltre al portar minor spesa, è ancora manco esposta ad esser rovinata che la più grossa: e la ragione è questa, che tirandosi con l' artiglierie in una muraglia che non sia passata dalle palle, vien talmente intronata e scossa, che dopo non molti tiri ne cascano grandissimi pezzi; ma la muraglia sottile dando luogo alle botte non si scuote, nè riceve altrove offesa che dove è forata. Per lo che nel risolversi intorno alla grossezza della muraglia, dobbiamo aver riguardo alla qualità del terrapieno: il quale se sarà arenoso e non molto fisso, avrà bisogno di più gagliardo sostegno, ma se sarà più tenace e saldo, più sottil muraglia basterà a reggerlo. E per determinar in particolare: per sostener un terreno mediocre, una muraglia che da basso sia grossa tre braccia, e che a poco a poco assottigliandosi si riduca a due all' altezza del cordone, e tale si mantenga dal cordone in su, sarà bastante; regolandosi poi col più e col meno, secondo la qualità del terreno.

L' altezza della muraglia sopra il piano della fossa deve esser tale, che possa assicurarne dalle scalate; e per questo dal cordone in giù si farà sedici braccia incirca, e dal cordone in su quattro o cinque, onde tutta l' altezza non sia meno di venti braccia, dieci delle quali vorrei che occupasse la profondità della fossa, talchè la muraglia si alzasse sopra il piano della campagna solamente braccia dieci o undici.

« La scarpa è stata giudicata molto utile e necessaria alle muraglie delle fortificazioni moderne, per molti rispetti. E prima, perchè dovendosi terrapienare le muraglie, per il calcare e premere che fa il terrapieno, facilmente la cortina si rovescierebbe in terra, se dalla scarpa non fosse ritenuta. Oltre a ciò, quando per la batteria fosse rovinata la camicia di fuori, se il terreno non restasse a scarpa, non si potrebbe per sè stesso sostenere, ma cascherebbe a basso. È utile ancora la scarpa per le batterie, perciocchè ferendo l' artiglieria a angolo obliquo, o come si suol dire a scancio, non si può così appiccare a far effetto, come quando batta ad angolo retto. Giova ancora la scarpa a rendere più malagevoli le scalate, essendo costretto il nemico ad appoggiare le scale molto lontane dal perpendicolo della muraglia, e per questo a pigliarle molto più lunghe ».

La scarpa si farà più o meno pendente secondo la qualità del terrapieno, essendo che quanto maggiore sarà la pendenza, tanto più fortemente sosterrà il peso del terrapieno; però quello che si costuma di dare ordinariamente, che è per ogni cinque braccia d' altezza uno, ci piace assai, quando il terreno sia buono e fisso.

« Occorre alle volte fortificare di scarpa qualche muraglia antica, che o per vecchiezza, o per gravezza di nuovo terrapieno, non fosse bastante a stare in piede da sè. Allora si fanno dalla parte di fuori alcuni contrafforti distanti l' uno dall' altro otto o dieci braccia: e questi si fanno a scarpa, e lo spazio tra l' uno e l' altro si riempie di terreno ben fitto e ben battuto, e tutto questo si veste poi d' una camicia: e questa è scarpa buonissima ».

In questo luogo è da notarsi, che molti costumano di far la muraglia del baloardo più alta che la cortina: il che pare da approvarsi ogni volta che non si facciano cavalieri, perchè allora dalla piazza alta del baloardo si scuopre meglio la campagna. Ma facendosi cavalieri so-

pra o a canto al baloardo, non occorrerà alzar la muraglia d'esso più che la cortina.

Seguita che diciamo de'contrafforti, i quali s'appiccano alla muraglia dalla parte di dentro: e sono di grandissimo ajuto ed utile, e questi alcuni hanno costumato di farli più stretti in quella parte dove s'appiccano con la muraglia, come si vede nella Fig. 30, Tav. VI, dove i contrafforti C, D, E, ove appiccano con la cortina AB, sono sottili, e dall'altra parte vanno allargandosi a coda di rondine. Ma simil forma non ci piace, perchè venendo battuta la muraglia, e restando i contrafforti in piedi, il terreno fra essi cascherà nella fossa, non avendo chi lo sostenga; il che non avverrà quando i contrafforti sieno fatti al contrario, come si veggono li contrafforti H, I, K, che nella parte ove s'appiccano alla cortina FG, sono più larghi, e vannosi stringendo verso l'altra testa; e questi, quando sia rovinata la cortina, restando in piedi, sosterranno il terrapieno, essendo l'apertura fra l'uno e l'altro più stretta verso la parte di fuori, talchè il tèrreno, che per l'indentro va allargandosi, non possa smottare e uscir per la bocca più stretta.

Farannosi li contrafforti alti sino al cordone; e dove appiccano con la muraglia, larghi sette o otto braccia; la

fosse sopra. Ed acciocchè si possa più comodamente stare alla difesa, ci si fa intorno una panchetta alta mezzo braccio e larga altrettanto, o poco più: sopra la quale salendo i difensori, più comodamente scoprono la campagna, e vi maneggiano l'archibugio o la picca; e scaricato che hanno, scendono col tornare un passo indietro, si cuoprono e tolgonsi di vista al nemico.

« Quanto poi alla grossezza, il parapetto si farà tanto grosso, che ancorchè sia rovinato, lasci a ogni modo le sue rovine così alte sul terrapieno, che ricoprano li difensori. Però dovrà esser la sua grossezza dalle quindici braccia in là, ed acciò che sia più gagliardo, si fabbricherà una camicia dalla parte di fuori sopra la dirittura della cortina, la quale non sia punto più grossa d'un braccio, ed un'altra se ne fa dalla parte di dentro simile alla detta, incatenandole insieme con alcune traverse di muraglia, riempiendo gli spazi di terra ben battuta, e facendovi sopra una coverta di mattoni per coltello, per difesa dalle pioggie e dai ghiacci ».

CAPO XXVI.

MISURE DE' BALOARDI.

Per ordinar poi i fianchi con le loro piazze, e tutte le misure debite a ciascuna parte, procederemo nella seguente maniera; avvertendo che noi nel medesimo tempo disegneremo le misure di tutti i membri particolari, ed il modo d'ordinar un baloardo che possa resistere ad ogni sorte d'offese: e perchè le difese de' baloardi vengono scambievolmente dall'uno all'altro, nè può un baloardo difender sè medesimo, però nel disegnarli non si disegneranno soli, ma due insieme, cavando le forme loro dai tiri, dai quali debbono esser difesi.

Però prima si tirerà una linea retta, la quale sarà per la cortina, tra l'uno e l'altro fianco, cui la lunghezza si determinerà o maggiore o minore, secondo la grandezza del recinto: avvertendo ben sempre, che quanto più li fianchi saranno vicini, tanto più le difese loro verranno a riuscir gagliarde. E sarà la cortina (Tav. VI, Fig. 32) la linea AA, sopra la quale si metteranno ad angoli retti i fianchi, come si vede per le linee segnate AB, delle quali si prenderanno braccia trenta per le larghezze delle piazze di sotto, segnandole AC: ed avvertiscasi che andando li due fianchi ordinati nell'istessa maniera, si contrassegnano con le medesime lettere, e quello che si dirà dell'uno s'intenderà detto dell'altro.

Dalla linea AC ci tireremo in dentro braccia sette, e tirata un'altra linea ad essa parallela, verrà formata la grossezza del muro dinanzi la piazza. Dipoi tirandoci indentro sei braccia, tireremo un'altra linea segnata EG, la quale comprenderà la sortita; ed avremo tra queste linee una larghezza di braccia tredici, delle quali quando noi saremo all'altezza di sette in otto braccia dal piano del fosso, la scarpa n'avrà consumato braccia uno e mezzo, talchè resteriano braccia undici e mezzo, essendo scemato dalla parte di fuori lo spazio sino alla linea FI. Pigliando

tre cannoniere, e quel braccio che avanza servirà per risalto o spalletta.

Ordinate così le cannoniere, per disegnar le *piazze* con i loro tramezzi, si farà in tal maniera. Pongasi nel mezzo di ciascuna cannoniera un'asta; dipoi sopra il diritto del fianco, cioè sopra la linea ACB, fuori del punto B misurinsi quante braccia vorremo per la larghezza del fosso, la quale al presente poniamo braccia cinquanta; dove porremo un altro contrassegno, che sarà nel punto K. E perchè una cannoniera deve ficcare e l'altra strisciare, la prima strisciera la fronte del baloardo, ed officio della seconda sarà strisciare la controscarpa; però ritirandosi indietro nella piazza, e guardando per lo segno messo nella seconda cannoniera, si farà passar una linea NMK per detto segno, e per lo punto K; e ciò facendo nell'altro fianco ancora, si troverà l'intersezione M: ed allungando la linea MK sino al rincontro dell'angolo L del baloardo in X sarà disegnata la controscarpa strisciata dalle seconde cannoniere, dopo le quali nelle piazze si lascierà il segno N nel luogo dove si traguardò.

Per terminar poi i tiri di ficco, traguardando per mezzo della cannoniera prima contigua ad A al punto M, si farà un segno nella piazza secondo tal drittura, che sarà O: e traguardando, per lo medesimo punto di mezzo della prima cannoniera, l'angolo del fosso X, contrapposto all'angolo L del baloardo, si segnerà nella piazza il punto P, per dove fu traguardato. E poichè li due punti O, P ficcano nelle estremità della controscarpa, qualsivoglia altro tiro, che ficchi in qual parte si sia della controscarpa MX, non uscirà fuori dei termini O, P. E traguardando per la medesima cannoniera e per lo punto B, si noterà il punto Q nella piazza, donde viene veramente strisciata la faccia del baloardo, il ficcar nella quale sarà ufficio della seconda cannoniera: onde traguardando per mezzo di questa il punto L

si noterà dove viene il tiro nella piazza, che sarà il punto R.

Ma perchè queste due cannoniere non possono essere tanto coperte, che non sieno sottoposte all' esser imboccate, e massime la prima; però per provveder il più che sia possibile, che il fianco non resti senza tiri, v' abbiamo aggiunta la terza cannoniera, la quale difenderà di ficco la faccia del baloardo, e però traguardando per lo suo punto di mezzo il punto L, si noterà nella piazza dove viene il tiro, che sarà nel punto T. E questo ci darà regola all' orecchione, perchè, come si vede, secondo il suo dritto bisogna formarlo e terminar la sua grossezza: e la lunghezza si farà o più o meno secondo che li tiri lo comporteranno; perchè alcuna volta sarà terminata dal tiro NM, il quale sarebbe impedito se l' orecchione fosse troppo lungo, ed in qualche altro caso sarà terminata dal tiro OM. Però basta che sempre mai li due tiri LCT e QBL (1) fanno la grossezza dell' orecchione, e la lunghezza si farà che non occupi od impedisca i tiri OM, NM.

E perchè potrebbe essere che la terza cannoniera, per essere talvolta imboccata la prima e la seconda, restasse sola, e che venendo l' inimico all' assalto non potesse farli quel danno che sarebbe necessario; però abbiamo aggiunto

faccia pendere indentro il muro della piazza AX: e perchè il tiro TL della terza cannoniera, e il tiro SV della seconda lasciano tra di loro spazio libero dietro al secondo merlone, si può ivi cavar la scala che va alla sortita.

Il muro della piazza dell' orecchione si deve tirar parallelo alla faccia del baloardo LB, lontano da essa braccia quaranta o almeno trentacinque, acciocchè per tal grossezza si mantenga la spalla, e la piazza resti larga dieci ovvero quindici braccia.

Ed essendo impossibile il trovar modo che la prima e seconda cannoniera non sieno sottoposte all' essere imboccate, perchè dovendo vedere forza è che sieno vedute, per dar maggior difficoltà al nemico abbiamo pensato almeno di far sì, che tale imboccamento resti vano; atteso che non per altro s' imboccano le cannoniere, che per fare che non difendano la cortina ed impediscano al nemico il venire all' assalto. Noi per lo contrario cercheremo che sebbene sieno imboccate, non sia loro tolto di difendere la cortina e vietar l' assalto; il che sarà in questo modo.

La prima cannoniera è esposta ad essere imboccata dal punto M, sino a quanto tiene la controscarpa, e li tiri che da tal luogo possono imboccarla comprendono nella piazza lo spazio chiuso tra i tiri O, P, oltre i quali verso il punto Q tutto è sicuro; e però si è fatto il tramezzo fra Q ed Y, dopo il quale si sta sicuro, e per l' istessa cannoniera si striscia la cortina come mostra il tiro YV. E perchè, come si è detto, potrebbe essere che il nemico venisse nel fosso, e di qui imboccasse la seconda cannoniera, venendo il tiro nel punto R, è stato necessario tirar l' altra traversa o tramezzo fra R ed S. Avvertendo che fra i tramezzi resti tanto spazio, che stornando il pezzo vi capisca; e talvolta, bisognando, tra l' uno e l' altro si faranno traverse di terra o sabbione, che ritengano l' artiglieria che non venga a scoprirsi.

La lunghezza della piazza dalla linea AC alla XIIR, non si farà manco di quaranta braccia; facendola pender un poco verso la fossa, acciò che dall' estremità di dentro ancora possa far effetto; e perciò si faranno le cannoniere senza soglia o scaletto.

« Quanto le cannoniere della piazza da basso si faranno più basse e vicine al piano del fosso, tanto saranno più ricoperte dalla controscarpa, e per conseguenza men vedute dal nemico; ed oltre a questo saranno migliori per difender la fossa, perciocchè i loro tiri verranno strisciando il piano della fossa, e quasi che di punto in bianco. Dall' altra parte poi il farle molto basse le fa soggette alle scalate, ma quello che più importa è, che ogni poco di rovina che loro sia fatta innanzi le accieca, ed ogni piccola trincea è bastante a coprire il nemico, quando fosse entrato nella fossa. Però ancora in questo fa di mestieri tenere una strada di mezzo, facendole nè troppo alte nè troppo basse: che sarà, secondo il parere de' più intendenti, se si faranno alte dal piano della fossa dalle sette alle otto braccia ».

CAPO XXVII.

DELLA FOSSA E DEL TERRAPIENO.



il paese vicino occupato da' nemici, per rendersi sicuri dalle improvvise scalate; ma fa' di bisogno star cauto nei tempi di ghiacci. Giova l'acqua alle fortezze piccole, ove non possono staré assai genti, e per conseguenza non si sortisce, ma solo si sta a guardia delle mura, per lo che bastano manco sentinelle, non potendo il nemico passar l'acqua, e senza esser sentito venire alle muraglie con le scale. Le fortezze grandi, ove sono genti assai da poter sortire, è bene che abbiano la fossa asciutta, perchè sicuramente si possa difenderla e combatterla. Oltre a ciò essendo asciutta, facilmente si va a levar la materia con che il nemico cercasse di riempirla: e dato che il nemico facesse fascinate per riempirla, si potran abbruciare, il che non si può nella bagnata. È utilissima ancora la fossa asciutta, quando i soldati essendo usciti a scaramucciare ed impedir al nemico il far trinciere e piantar gabbioni, e simili esercizi, avendo la carica addosso fossero forzati a ritirarsi e salvarsi nella fossa; il che far non potrebbero essendovi l'acqua: come ancora non vi si possono fare strade coperte, casematte e sortite, che pur sono di grandissimo comodo. E in somma la fossa con acqua è per quei luoghi, che non avendo gran quantità di difensori stanno aspettando di straccar il nemico che gli assedia: e l'asciutta serve dove sono assai difensori, e vogliono far forza di levarsi il nemico dalle spalle più presto che sia possibile.

« La fossa asciutta alcuni l'hanno fatta piana, ed altri l'hanno fatta pendente verso il mezzo, talmente che sia contenuta come da due argini, uno verso la cortina, l'altro verso la controscarpa. Alcuni hauno costumato nel mezzo della fossa asciutta fare un'altra fossetta tanto profonda, che se si può arrivi all'acqua, acciocchè assicuri la fortezza dalle mine, e dia impedimento al nemico nell'accostarsi alla muraglia: e questa tal fossetta non può che lodarsi; la larghezza della quale basterà che sia di sette in otto braccia. La larghezza

poi della fossa in alcuni luoghi viene più stretta, ed in alcuni più larga: più stretta viene incontro alle fronti de' baloardi, e più larga incontro a quella parte della cortina, che è sotto a' fianchi. Però nella sua minor larghezza non vorrà esser meno di sessanta braccia.

« Il terrapieno dentro la cortina, la sua salita, la strada dal terrapieno all' abitato, tutto questo spazio è stato chiamato *pomerio;* io giudico che si debba dire *pomenio*, quasi *post moenia*, cioè dietro ed accanto alle mura (1). Questo pomenio, come ho detto, contiene il terraglio, la sua salita, e la strada tra il terraglio e l' abitato. Il terraglio è cosa chiara, che quanto più sarà largo, tanto più sarà gagliardo per resistere alla batteria, ed ancora più capace per i difensori, e per potervi al bisogno adoprare qualche pezzo di artiglieria: però, potendosi, non si dovrà far meno largo di quaranta braccia. E la sua salita quanto più sarà dolce, tanto sarà meglio per potervi da tutte le parti speditamente salire. Ma quando ciò non si possa fare, vi si faranno alcune salite per lo traverso.

« La strada poi a canto il terrapieno basta che sia tanto larga, che vi si possa andare comodamente con fanteria e con cavalleria ancora, quando fosse di mestieri accorrere per soccorso da un luogo a un altro. Questa vorrà

stinzione de' siti e delle nature loro è necessarissima, anzi quello che più d'ogni altra cosa deve stimarsi in materia del fortificare: e però nell'andar discorrendo intorno le diversità loro c' ingegneremo darne sufficiente contezza, dimostrandone ancora di più gli esempi in disegno.

E prima, per regola generale, i luoghi di piano saranno sicuri dalle mine, e le loro muraglie verranno ben ricoperte dall'argine e spalto della controscarpa; avranno abbondanza d'acqua, il che è di grandissima considerazione. L'artiglierie di tale fortezza, tirando quasi di punto in bianco ed a livello della campagna, faranno maggior effetto che se tirassero dall'alto al basso. Ma all'incontro sono tali siti soggetti a' cavalieri che facesse l'inimico in campagna, ed alle macchine le quali facilmente possono condursi. Oltre a ciò avrà l'inimico minor difficoltà a venir allo assalto, non avendo a salire; avrà inoltre comodità di tener cavalleria, che scorrendo rompa le strade, impedisca il soccorso, e più gagliardamente stringa la terra. Avrà altresì comodità di fare trinciere e con esse venire nel fosso, far de' forti e cavalieri, potendo comodamente lavorar di terra.

I siti di monte, quando avessero altri luoghi più eminenti da' quali fossero scoperti e signoreggiati, non solo non devono fortificarsi per essere inutili, anzi si devono sfasciare e smantellare. Ma quando non siano da altri dominati, saranno assai più forti di quelli di piano, avvertendo soprattutto che sieno capaci e spaziosi. Questi con manco spesa di terrapieno (avendolo fatto dalla natura) si fortificheranno, saranno sicuri da' cavalieri e dalle macchine, che non potranno condursi alle muraglie; sarà da queste tenuto lontano il nemico, e combattendo si starà a vantaggio, facendoli ancora rovinar materia addosso per le valli che avrà intorno, le quali essendo molte impediranno anche l'assedio, e potranno i soccorsi più facilmente venire ascosi. Ma all'incontro sono sottoposti alle mine, e l'artiglieria

nemica vi avrà gran forza battendo di sotto in su, patiscon d'acqua, nè possono valersi di cavalleria che tenessero dentro.

Dentro ai laghi ed al mare si sarà sicuri da' rubamenti e dalle mine, e con difficoltà si potranno far batterie. In questi luoghi manco guardie bastano, e manco difensori ancora. Ma quelle fortezze che saranno poste in acqua dolce saranno pericolose ne' tempi de' ghiacci; oltre che per lo più in simili luoghi vi è cattiva aria. Sopra i fiumi o in mezzo d'essi s'è sicuro dalle mine, nè si patisce d'acqua, ma bisogna che il fiume non possa esser deviato fuori del suo letto, onde per esso si possa entrar nella fortezza: si è inoltre molte volte sottoposto alle inondazioni e naturali o artificiali quando col turar l'inimico l'uscita del fiume allaga e sommerge la fortezza.

Imperò tenendo fermi questi avvertimenti, essendo noi sforzati ad accomodarci ad uno di questi siti, dobbiamo cercar se sarà possibile rimediar a quelle lesioni che vi possono esser fatte. Come per esempio ne' siti di monte si provvederà alle mine con l'ordinare le contromine; e per non aver a patir d'acqua si faranno conserve grandissime. E simili avvertimenti si avranno intorno agli altri particolari.

Ma inoltre ci saranno molte considerazioni ancora, le quali sono utili a tutti i siti. Come per esempio sarà di necessità considerar il luogo da fortificarsi intorno intorno per lo spazio di mille passi, e veder quali cose vi sieno che possano nuocere alla fortezza e giovare al nemico, e levarle via, osservando per regola ferma ed infallibile, che tutti li siti che hanno attorno altri luoghi eminenti, donde possono essere scoperti e signoreggiati, si devono lasciar andare, perchè non sono capaci d'esser fortificati. Lo spazio di mille passi vuole esser tutto netto e scoperto di maniera, che non possa nè anche un uccello accostarsi alla fortezza senza esser scoperto; però le case, gli arbori e simili impedimenti

si tireranno via spianando tutto all' intorno. Ma da' luoghi rilevati o bassi per natura non sarà così facile l' assicurarsi: da' luoghi rilevati si può esser battuto, scortitato ed offeso dentro; e da' luoghi bassi si possono far mine e cavamenti. Quanto ai luoghi rilevati, si rimedierà col far dentro de'cavalieri, e rilevarsi tanto che si venga a superar l' altezza di fuori; che se ciò far non si potrà per esser dominato da luogo troppo eminente, la fortificazione rimane vana ed inutile; se già non essendo tali luoghi troppo lontani non andassero ad abbracciarsi con le cortine, incorporandoli nella fortezza, ovvero allontanandosene almeno mille passi. Quanto ai luoghi bassi; dato che si possano far cavalieri o baloardi che li scuoprano, sarà ottimo rimedio; ovvero l' andarli a trovare con qualche cortina, donde facilmente si possano scuoprire: e dato che nè l' un nè l' altro far si possa, sarà bene a quella parte dentro la muraglia far de' pozzi rispetto alle mine, ed anche per sentir i cavamenti che il nemico facesse, per potervi a tempo rimediare.

CAPO XXIX.

DIVERSI ESEMPI D' ACCOMODAR CORPI DI DIFESA SECONDO LA DIVERSITA' DE' SITI.

Considerando quanto abbiano forza gli esempi sensati in persuadere e dichiarare i pensieri dell' animo, abbiamo determinato, per dar maggior lume della intenzion nostra, recare innanzi agli occhi diversi disegni di luoghi fortificati.

E prima nella Fig. 33, Tav. VII, la pianta ABCDEFG sia di una terra in campagna aperta, la quale avendo il recinto antico vogliamo fortificar secondo l' uso moderno. Però è bisognato sopra le cortine vecchie mettere baloardi; e in qualche luogo si sono messi cavalieri, dove gli spazi dall' uno all' altro baloardo venivano troppo lunghi, atteso

che rispetto alle cortine vecchie è convenuto far i corpi di difesa minori, o più vicini che in un altro luogo; come quelli della cortina AB. Con tutto ciò dal fianco dell' uno al fianco dell' altro saranno circa 400 braccia. E perchè nella punta E non era possibile sopra le cortine FE, DE formar baloardo che acutissimo non venisse, è stato di necessità ritirarsi con i fianchi indentro, come si vede il fianco I e il fianco O, e tirar la cortina ID, e la cortina OF, le quali nei punti D, F si congiungono con le cortine vecchie: e perchè nel punto D la cortina fa reflessione in fuori, vi facciamo sopra un cavaliero grande, acciò che se mai quel baloardo venisse tagliato e preso da' nemici, questi non vi si lasciano stare; ed in tal maniera con bellissima invenzione, e con poca mutazione delle due cortine vecchie ED, EF nelle due nuove ID, OF, viene accomodato il tutto. Nel resto tutte le cannoniere fanno quello s' è detto nella fabbrica del baloardo, strisciando e ficcando nelle faccie e nella controscarpa. Il terrapieno viene attorno con quaranta braccia di larghezza, e con altrettante i cavalieri segnati N. E perchè simili fabbriche antiche hanno intorno intorno molte torri, quelle che saranno troppo vicino alli fianchi bisogna levarle; come quelle che sono segnate Q. Nel far i terrapieni s' avvertirà di mettervi de' legnami, acciò che non lascino così subito aggravar le mura, ma vadano assodandosi a poco a poco.

Nell' esempio della pianta passata, per esser ella in piano libera ed ispedita, non fu difficile l' accomodar i corpi di difesa, non vi essendo cosa altra di singolare, che di accomodar il baloardo in quella punta acuta. Ma nella pianta della Fig. 34, Tav. VII, sebben anche ella è in sito piano, ha nondimeno attorno due luoghi bassi, i quali è di necessità scoprire, come si vede uno di essi con le punte A, B, e l' altro co' baloardi C, D, E. Ed avvertiscasi per intelligenza della figura passata e delle se-

guenti, che le *linee punteggiate* sono li corpi di difesa fatti di nuovo, ed accomodati sul vecchio. E per far miglior effetto s'è venuto di fuori col cavaliero F, al quale non accaderà dare più una che un'altra forma, essendo compreso in mezzo a due baloardi. La punta G della cortina vecchia essendo troppo acuta fa sì che si lasci la reflessione GI, e tirata dall'angolo G all'angolo D la fortificazione nuova GED, si va a scoprire i luoghi bassi più comodamente col baloardo G; e si forma l'altro baloardo E sopra miglior angolo.

Già di sopra si disse, che dentro allo spazio di mille passi intorno la terra si deve fra l'altre cose aver considerazione ai luoghi rilevati. Imperò la Fig. 35, Tav. VII, ne mostra una terra la quale abbia vicino un luogo rilevato, non già tale che superi le mura d'altezza, ma che facendovi li nemici qualche cavaliero facilmente vi dominerebbero dentro; e principalmente potrebbero scortinare la cortina AB dal punto C, e la EF dal punto D. E perchè, per la molta vicinanza, chi se ne volesse discostare, sarebbe di bisogno ritirarsi almeno sino alla linea AE, riducendo la piazza in troppo breve forma, però sarà miglior partito andar a pigliar quel luogo rilevato con la fortificazione BKLMO.

Ma quando li monti e luoghi rilevati superassero di molto la muraglia, nè si potesse andar a pigliarli, perchè fossero molti l'uno appresso all'altro, che si seguitassero, come nell'esempio della Fig. 36, Tav. VII, si scorge; in simile caso, o bisogna del tutto tralasciare tal fortificazione, ovvero, potendo, ritirarsi ed allontanarsi tanto che si fugga l'offesa del monte, come chiaramente si vede per la ritirata ABCD, con il cavaliero a cavallo C dell'angolo della reflessione tra li due baloardi di mezzo B, D

Quelli siti poi, i quali sono traversati da un fiume che li divide per mezzo, si fortificheranno nell'entrata ed uscita del fiume, come ci mostra la Fig. 37, Tav. VII. Cioè se il

fiume sarà tanto largo, che dall'una ripa all'altra non si possa fare batteria, basterà fortificarlo con due mezzi baloardi, i quali assicurino le parti verso terra, come si vede in A, B; avvertendo, che le due fronti CD, EF sieno in maniera situate, che non possan essere scoperte di terra, dalle medesime parti, ove sono poste. Ma quando la strettezza del fiume non togliesse il poter far batteria dall'una all'altra sponda, sara necessario fortificare la sua bocca con baloardi interi, come dalle piante I, K si può comprendere.

CAPO XXX.

SEGUONO ALTRI ESEMPI D'ACCOMODAR CORPI DI DIFESA AI SITI.

La pianta della Fig. 38 ci rappresenta il modo di fortificare i siti posti dentro a stagni, laghi, o ancora dentro a qualche seno di mare: dove è da avvertirsi, che rimanendo fuori del recinto qualche spazio di terra ferma, dove potesse sbarcare moltitudine di soldati, si fortificherà con baloardi ed altri corpi di difesa, li quali sporgano in fuori, come si vede in X. Ma nel restante del recinto, che arrivasse sopra l'acque, basterà che sieno fatti cavalieri sopra gli angoli, i quali signoreggino l'acque circonvicine, come ne mostrano le lettere C. Farassi oltre a ciò, secondo la distanza di quattrocento o cinquecento braccia, una palificata PSRQ che circondi tutta la fortezza, ficcando i pali solamente tanto che vengano ricoperti dall'acque, onde alle barche e navi sia tolto il potersi approssimare alla terra. Lascierannosi bene alcune bocche, le quali conducano ai seni segnati A, che saranno come porti delle barche amiche; ma però ed essi e l'entrate si circonderanno con palificate simili, lasciandovi a canto terra alcuni passi aperti, per li quali possano per la loro comodità traghettar le barche dall'uno all'altro seno: ed essendo detti seni incurvati indentro, ver-

ranno assicurati in parte dai venti e benissimo fiancheggiati dalle cortine. I canali poi e le bocche, che conducono ai porti, per sicurtà delle barche che vi alloggiano e di tutta la terra, si sbarreranno la notte con catene di ferro, le quali proibiranno il transito delle barche nemiche.

Nel numero de' siti da fortificare sono posti i porti di mare, ne' quali ricovrandosi gran quantità di legni, fa di mestiero assicurarli, il che si farà col fortificare la bocca ed entrata del porto. Ma prima è da considerar il sito e natura di detto porto, e se vi è altezza d' acque sufficiente per lo transito delle navi: avvertendo che quelli i quali sono fatti dalla natura saranno sempre migliori dei fatti artificiosamente, perchè non mai s' alzeranno le muraglie di maniera che qualche parte del porto non resti esposta a qualche traversia; ma il porto naturale dall' altezza di monti e scogli circonvicini viene molto meglio ricoperto. Ma, o sia fatto per arte o per natura, bisogna universalmente considerare, che tutte quelle bocche, per le quali entrano per linea retta venti, essendo esposte ad essi, faranno traversia, e saranno pericolose: oltre che molte volte simili traversie riempiono di rena la bocca e tutto il porto ancora; e ciò fanno alcuni venti più ed altri meno, e più in un luogo che in un altro. E per questo bisogna procedere con molta considerazione, e tanto più essendo che simili muraglie sono di grandissima spesa, nè si possono, fatte che sieno, più rimutare.

Dato adunque che s' abbia naturalmente qualche recinto fatto, grande e profondo abbastanza, s'avvertirà se l' entrata è troppo larga, perchè essendo tale, sarà forza ristringerla. Per lo che fare, si porrà in mezzo di essa la bussola, e si considererà quali sieno i venti che drittamente la imbocchino; come per esempio abbiamo la Fig. 39, Tav. VII, dove si vede il recinto ABCDE, la cui bocca AE è larga braccia 1500, per lo che dentro non possono starvi legni sicuri

da venti e traversie, ed essendo luogo opportuno e capace è necessario accomodarlo. Per serrare ed assicurar la bocca, si troverà prima, come si è detto, per mezzo della bussola, posta tra i punti A, E, a quali venti è esposta; dove si vede che il vento ostro per linea retta l'imbocca, e perciò più di tutti gli altri molesta questo porto: e però movendo dal punto A verso E un muro AF, lasciando tra la estremità F e la terra E spazio ragionevole per le navi, chiaro è che il vento ostro e libeccio non potranno più nuocere come prima, trovando l'intoppo del muro. Niente di meno per tutte le diritture che sono parallele a' due venti sopradetti potrà venir molestata tale entrata; onde sarà necessario restringer ancora più con l'altra traversa HIK, lasciando gli spazi FH, KE per il transito delle navi. E perchè la bocca FH sarebbe imboccata dal vento di ponente, s'è fatta l'altra traversa OQ; e tutto questo per sicurtà contra la forza de' venti e dell'onde.

Ma per assicurarci dalle invasioni de' nemici, fa di mestieri che fortifichiamo con corpi di difesa l'entrata del porto; il che potremo fare col fortificar il molo, come nella Fig. 40, Tav. VII, AFQ; o senza tal fortificazione, col far due forti in terra ferma segnati P, S, i quali, come si vede, mettono in mezzo l'entrata del porto. Volendo fortificar il molo, si farà in prima largo trentacinque o quaranta braccia, armandolo e dall'una e dall'altra parte, come si scorge nella figura, con baloardi. Vero è che dalla parte del mare, essendo il molo AF fiancheggiato dall'altro OQ, basterà far un solo corpo di difesa verso terra. Ma poichè ci sarà bisogno aver luogo, ove possano abitar quei soldati che staranno alla guardia di detto porto, sarà necessario far la fortezza P dove alloggi tal presidio, la quale servirà anche per difesa delle offese che venissero per terra. E non volendo fortificar il molo, si farà dall'altra parte di terra il forte S, i quali due mettendo in mezzo la bocca del porto,

la renderanno sicura. Abbiamo fatto le due fortezze P, S di forma così irregolare, affinchè si vegga il modo dello andarsi accomodando alla qualità del sito, e come molte volte si viene forzati a far corpi di difesa più grandi e più piccioli, intieri od imperfetti, secondo che il sito comporta e n' è capace.

Accade alcuna volta che intorno ad una terra sprovveduta e non fortificata sopraggiunge d' improvviso un esercito, dal quale, per la sua debolezza, non può lungamente difendersi, e per essere circondata dal nemico non si può uscir fuori a fortificarla: però in simili accidenti bisogna che pensiamo al meglio che far si possa, che sarà il fortificarla di dentro; come si mostra per l'esempio della Fig. 41, Tav. VII. E prima non ci potrà esser proibito fare quei corpi di difesa, che non escono dalla muraglia, come sono cavalieri, tanaglie, e piatteforme rovescie. Però si son fatte nelle reflessioni ed angoli per l' indentro le piatteforme segnate D, G, L, M. Negli altri luoghi dove sono angoli per l' infuori, dandoci tempo l' inimico, faremo le ritirate di dentro con li suoi fianchi e baloardi, come si vede in NABC. Ma quando non si avrà tempo, o che i nemici cominciassero a batter qualche cortina, si ricorrerà ad altro rimedio più spedito, facendo dalla parte di dentro i fossi OP, RV; e la terra che di essi si caverà si getterà dalle bande, facendo due argini grossi dieci o dodici braccia, ed alti il più che si potrà, dandovi al meglio che si potrà forma di corpo di difesa, come si vede in EP, FO, SR, TV; e sopra questi argini per difesa de' fossi si terranno artiglierie, e non ne avendo, archibusoni da posta, ed archibusi ordinari: e queste saranno le difese per fianco, mettendo poi per fronte gli uomini armati di picca.

CAPO XXXI.

PREPARATIVI PER FORTIFICARE DI TERRA.

Perchè per fabbricar di muraglia in tutti i luoghi si trovano muratori ed uomini esperti in tal professione, non abbiamo detto o siamo per dir cosa alcuna attenente al murare, non stimando necessario al soldato l'aver simile cognizione. Ma perchè l'edificar di terra è cosa molto differente dal murare, nè si usando che in materia di fortificazione, di questo al soldato è necessario aver cognizione e pratica; però andremo discorrendo intorno alle cose attinenti a tale esercizio. E prima, quanto alla forma della fortezza, nelle cortine, corpi di difesa, loro membri, ed insomma in in tutte le parti, si manterranno le stesse misure e proporzioni, che si serverebbero nel fare una fortezza murata: « perciocchè allora solamente si fortifica di terreno, quando per la brevità del tempo non ci è permesso di murare ». Ma nel disporre ed accomodar le materie si procederà diversamente.

E prima si deve aver in considerazione se la fortezza fatta si deve porre in uso e servirsene subito che sia fornita, o pur se potrà star qualche tempo avanti che abbia a difendersi; perchè dovendoci noi servire immediatamente della fortezza, bisognerà fortificare ed assicurare il terreno con pali grossi e lunghi piantati per diritto, ed intraversati con molte incatenature di legname; perchè mettendovi sopra le artiglierie, nel moto che fanno sparandosi, trovandosi il letto non bene assodato, guasterebbero e rovinerebbero il forte; dove i pali per diritto e l'incatenature saranno atte a tenerlo insieme. Ma se avanti che vi si abbiano ad usar sopra l'artiglierie ci sarà tempo di lasciar assodare il terreno, basterà mescolare tra esso certo legname minuto, come più distintamente a basso dichiareremo.

Ma si edifichi nell'uno o nell'altro modo, bisogna pensare d'incamiciare la parte di fuori in maniera che possa difendere il tutto dalle pioggie, le quali dilavando il terreno a poco a poco lo consumerebbono; e ciò si farà col covertare d'una corteccia di piote: le quali altro non sono che alcuni pezzi di terra erbosa cavati di praterie o luoghi tali, che per molto tempo non sieno stati rotti; avvertendo che la forma di dette piote deve essere non quadrata, come alcuni hanno detto, ma d'alcuna delle forme segnate (Tav. VIII, Fig. 42), A, B, C, acciocchè meglio e più fissamente s'incastrino insieme, e dove non fosse la comodità di simili piote, si provvederà terra da far mattoni della migliore che si trovi, cioè che non sia arenosa nè sassosa, e con questa si faranno « in forme simili a quelle de' mattoni » alcuni pastoni D lunghi un braccio, e grossi un quarto, e si faranno ben seccare, mettendoli di poi in opera in luogo delle piote; e se tra la terra s'impasterà pula di grano o altre biade, fieno trito, paglia battuta, resti di scope, scotolatura di lino o canape, sarà buonissimo.

E acciocchè il terreno stia più unito insieme, si piglino delle scope o altri legnami forti e sottili, come castagno o quercia, e presone quanti comodamente entrano in una mano, tenendo fermo i pedali, s'avvolge e attorce il resto. Di poi destramente s'addoppiano torcendo pur sempre, e così addoppiati si legano con ginestre e giunchi in due o tre lati, facendo le manocchie, come si vede per i disegni K, LM, (Tav. VIII, Fig. 43); e di queste gran quantità si preparano. Usansi ancora, e saranno migliori, le manajuole fatte come si dirà: pigliansi scope, che abbiano dai loro pedali un po' di ceppo, e si legano in due luoghi vicino al pedale, lasciandole verso l'altra estremità sparse, come si vede NO.

Oltre ciò per metter a filo i pastoni e le piote (Tav. VIII, Fig. 44), fa di bisogno aver alcuni coltellacci grandi, simili al disegno P. In oltre per battere e serrar bene insieme

i pastoni e le piote, s'avranno certe mestole Q lunghe e di legname grave. E perchè la terra che dovrà mettersi sopra le manocchie o manajuole deve esser trita e netta da' sassi, si farà provvisione di rastrelli di ferro segnati R; e per rassodarla si avranno de' piloni o pistoni simili a quello che è segnato S; e per ispianarla si adopreranno le mazzaranghe T. Si provvederanno oltre ciò corbelli ed altri stromenti da portar la terra, e di questi gran quantità, parimenti ancora di zappe, pale e vanghe.

Li gabbioni segnati V si metteranno in cambio di parapetti nelle piazze di sotto; gli altri segnati Y, che sono quadri, servono per tramezzi e parapetti in altri luoghi. I graticci, come X serviranno per la parte di dentro alle cannoniere e in altri luoghi in cambio di piote o pastoni; però si prepareranno molti vimini di castagno o di quercia per poterli fare: ed ancora molti pali per far i cantoni de' gabbioni.

Fatte le provvisioni già di sopra dette, acciò che si possa dar principio alla fabbrica, bisogna far il *quarto buono*, conforme alla pendenza che vorremo dare alla scarpa, e questo si farà in tal maniera. Piglisi un quadrato di legno bene spianato, il quale sia circa un braccio per ogni verso, come si vede nella Fig. 45, Tav. VIII, ABCD; e secondo che vorremo dar di scarpa uno per ogni 4, 5 o 6 d'altezza, divideremo il lato BC in 4, 5, 6 parti eguali. E supponendo per adesso voler uno per quattro di scarpa, divideremo la linea BC in due parti eguali nel punto F, e ciascuna d'esse in due altre nei punti E, G, e dal punto A al punto E tireremo la linea AE, e taglieremo via il triangolo ABE; e potremo ancora, per far più leggero lo stromento, buttarne via la parte HFCD. Fatto questo, e divisa egualmente la EF in I, si dividerà anche la HO in L, dal qual punto si sospenderà un filo con un piombino LS; con l'ajuto del quale, quando avremo a servirci dello stromento,

l' aggiusteremo alzandolo ed inchinandolo sin tanto che il filo batta appunto nel punto I, il che quando sarà, la linea AE ci darà per l' appunto la pendenza della scarpa. E perchè questo stromento è picciolo, e la fabbrica viene molto più alta, si piglierà un regolo diritto e lungo e saldo, quale nella figura si vede MN, ed accostato alla linea AE, con l' ajuto del medesimo filo LS ci darà la debita inclinazione a tutto il regolo: con l' ajuto del quale, come di sotto si dirà, faremo la scarpa.

CAPO XXXII.

DELL' ORDINE DA TENERSI NELL' EDIFICARE DI TERRA.

Preparate, come s' è detto, le materie e gli istrumenti, si tireranno le corde dove va piantata la fortezza; e tirata la prima corda AB (Tav. VIII, Fig. 46) di fuori, se ne tirerà un' altra CD di dentro, lontana dalla prima quattordici braccia; e lo spazio tra esse si farà cavare sino che si trovi il terreno sodo, da poter sostenere sicuramente la fortezza. Di poi si comincierà a riempire alzandosi in su di mano in mano, ma più dalla parte verso la corda esteriore, talmente che la superficie del terreno venga piovendo all' indentro, ed abbia per ogni braccio di larghezza un quarto di pendio. E quando si sarà arrivato al piano di campagna, scostandosi dal primo filo esteriore AB cinque braccia, si tirerà un'altra corda IK, ed oltre a questa due altre GH, EF, con intervalli tra di loro tre braccia; e sarà scompartito tutto il fondo in quattro parti con le dette tre corde. « E si pone la prima distanza delle cinque braccia maggiore delle altre per amor della scarpa, che si deve dare alla fabbrica ». Lungo le tre corde ultimamente tirate IK, GH, EF si pianterà un ordine di pali grossi quanto la coscia d' un uomo, e lunghi venti braccia, lasciando fra

l'uno e l'altro tre braccia di distanza, avvertendo che quelli del secondo ordine non incontrino quelli del primo, ma sieno piantati come si vede nella figura. E basterà che detti pali sieno fitti in terra solo tanto che stiano diritti, poichè nel riempir poi di terra vanno sotterrati. Ma bisogna avvertire, che siano diritti, senza nodi, acciò che l'incatenatura, che tra essi va intrecciata, possa senza impedimento abbassarsi, secondo che il terreno avvallerà.

Fatto questo, si pianteranno regoli appresso il filo di fuori, pendenti all'indentro secondo l'ordine del quarto buono, acciò che si possa far la scarpa per tutto conforme. Di poi si comincierà a riempir dentro, avvertendo che il lavoro vada sempre uguale ed a livello; e secondo che va il filo di fuori, si metterà un ordine di piote, lasciando sempre la parte erbosa di sotto; le quali acciò che si possano commettere bene insieme, si raffileranno col coltellaccio P (Fig. 44), e messone un filare si batteranno di sopra e di fuori con la mestola Q. Per di dentro, appresso le piote, si metterà terra ben trita e sottile, nettandola da' sassi col rastrello R, battendola ed assodandola col pilone S; ed avvertiscasi che non sia più o meno alta che le piote, e vada pendendo all'indentro come il suolo di sotto. E quando sarà bene assodata col pilone, si spianerà con la mazzeranga T. Di poi col medesimo ordine si metterà un altro filo di piote ed un suolo di terra; e spianato ed assodato il tutto, se ne metterà un altro: e sopra si metterà un ordine di fascinate, pigliando delle frasche più lunghe e più sottili che si può; e se saranno scope, saranno meglio che le altre, e di queste si metteranno i pedali sopra le piote. Ma prima si saranno confitte le piote con cavigli di legno lunghi un braccio: e perchè le frasche non sono tanto lunghe che possano traversare lo spazio di quattordici braccia, se ne metteranno dell'altre, sopraponendo i pedali delle seconde alle vette delle prime, avvertendo di spianarle bene, acciò

che non rilevino più in un luogo che in un altro. Oltrecciò fra i pedali posti sopra le piote si metterà della malta di terra, fatta come quella che si usa nel murare di terra, in cambio di calcina: e sopra si distenderà un altro filo di piote, mettendo dentro sopra le frasche terra trita, unendo, assodando e spianando, in tutto come si fece da principio. E poi si metteranno due altri filari di piote e suoli di terra al modo usato; ad ogni terzo filaro di piote si metterà una fascinata; e ad ogni quinto ordine di fascine si metterà una incatenatura.

Queste incatenature si fanno di legni grossi quanto la gamba d'un uomo, incrociandoli insieme a guisa di finestra inferrata: e negli angoli de' quadri verranno quattro legni di quelli che si ficcano per dritto: e le intersecazioni delle incatenature si conficcheranno con caviglie di corgnuolo, o altro legno forte: e si accomoderà detta incatenatura, che liberamente possa scorrere tra' pali posti per dritto, e calare mentre che il terreno abbasserà; e però si disse che era di bisogno che i pali piantati fussino dritti e senza nodi, perchè se l' incatenatura nell' abbassare il terreno trovasse qualche intoppo, rimarrebbe la fortificazione cavernosa, il che sarebbe grande imperfezione. Tali incatenature penderanno ancor esse per l' indentro, secondo che va il suolo della terra. E con quest' ordine si alzerà il bastione, mettendo ad ogni terzo ordine di piote una fascinata, e ad ogni cinque fascinate una incatenatura.

Il restante dello spazio per lo terrapieno di dentro si anderà riempiendo di terra alla rinfusa; fabbricando con l'ordine detto, di piote, fascine e incatenature, lo spazio contenuto dentro alle quattordici braccia. Quando poi si sarà alzato il lavoro all' altezza di quindici braccia, si metteranno in cambio di cordone alcune docce di legname, le quali rigirando intorno, riceveranno l' acque che verranno dal parapetto, acciocchè non dilavino la scarpa; e l' acque

ricevute in dette docce si condurranno per mezzo di altre docce che traversino la fabbrica nella parte di dentro, mandandole in pozzi da smaltire; e questo conserverà assai la fortezza. Dalle docce in su si tirerà il filo delle piote per di fuori con un ottavo per braccio di scarpa solamente, edificando con l'ordine precedente, se non che si lascieranno stare le incatenature. Il profilo si vede nella Fig. 47, Tav. VIII, dove A sono le docce, ed AB l'altezza di due braccia, un ottavo per braccio di scarpa.

A questa linea, che sarà dal piano del fosso braccia diecisette, si spianerà per tutto a livello, come dimostra la linea BC, e si segneranno dal punto B indentro braccia dieci, che sarà nel punto C, e con tale spazio si tirerà una corda CX di dentro intorno intorno; e lungo questa corda, ad ogni mezzo braccio, si ficcheranno pali lunghi sei braccia, e grossi come un braccio d'un uomo, ficcandone sotterra la metà, e sopra s'andranno intrecciando e collegando insieme con vimini di castagno a guisa di graticcio; e questa sarà la pelle di dentro del parapetto, che verrà secondo l'altezza CD, XE. Dopo, lo spazio BCDEXI si riempierà di terra bonissima e ben battuta, lasciando la pendenza secondo le linee DB, EI; la qual pendenza si ricoprirà di piote commesse insieme esquisitissimamente, lasciando la parte er-

Alle piazze di sotto si faranno i ricinti con la pelle di fuori di piota, bastionando con terra e fascine al modo detto una grossezza di sei braccia, facendovi i loro tramezzi con graticci e gabbioni quadri. I merloni e le cannoniere si faranno dalla parte di fuori di piote ben commesse, e di dentro si armeranno e sosterranno con graticci.

Ma quando non s' avesse comodità di piote, bisognerà servirsi di pastoni, adoperandoli in questa maniera. Metterassi secondo l' ordine del filo di fuori un filaro di manocchie, accostando la piegatura alla corda, e tra esse si metterà terra ben trita, assodandola ben sopra con i piloni e mazzeranghe, avvertendo che la vi sia sopra sottilissima; e poi si metterà un suolo di pastoni, conficcandoli da piede e da capo con caviglie, come si disse delle piote; e di dentro si metterà della terra, assodandola e spianandola benissimo; e sopra essa un suolo di manocchie bene accomodate e spianate con terra, e di poi un suolo di pastoni: e così ad ogni due mani di pastoni si metterà poi una fascinata, e ad ogni tre fascinate una incatenatura; e nel resto si seguirà in tutto come si è detto. E con quest'ordine di piote e pastoni si faranno i corpi di difesa e le cortine, così in campagna come intorno alle terre.

E perchè si possa meglio comprendere come vadano accomodati i letti, abbiamo disegnato la figura in prospettiva.

LE OPERAZIONI

DEL COMPASSO

GEOMETRICO E MILITARE.

pe di Padova
invenzioni e le
a altri sin qui
indi i nomi di
piegazione, e fra
rese da me l'uso
ridotto » : indi il
Mantova nel 1604.
correremo) recansi
li attestano d'avere
, nei quali poi egli
si alcuni scritti vecchi
rnaro, il quale disse
», cioè intorno al 1601.
amente confessa essere
co in qual modo risponde
arte I delle sue *Memorie e*

mpasso polimetro (4.°, Mi-
Commandino avea fatto in
n compasso a quattro punte,
segnati per indicare dove do-
a dividere una data linea in
Ciò mostra bensì l'origine del
Galileano: a quest' ultimo si
unge, che cioè Guidubaldo del
i in Urbino, veduto l'istromento
dal soprannominato artefice un
a di due regoli più larghi che
e si tirassero linee rette dal cen-
nando quelle d'una parte col me-
l Commandino nel suo, e quelle
dei lati di diverse figure equilatere
o ». Queste sono le linee *aritmetiche*
o forse quella parte del suo compasso
. Levino Hulsio stampò a Francfort
o ad alcuni istromenti geometrici; dei

quali il terzo, pubblicato nel 1607, ma annunziato e citato già sino dal 1603, contiene un trattato del Compasso di proporzione di Giusto Birgio macchinista dello Imperatore. Questo è il compasso del Commandino a centro mobile colle faccie piatte. Una delle faccie porta 1.° la divisione in parti eguali della linea retta, 2.° della linea circolare. Nell'altra faccia sono, 1.° *proportiones homologorum planorum augendo vel minuedo*, cioè le linee *geometriche* di Galileo; 2.° *proportiones homologorum corporum augendo vel minuendo*, e sono le *stereometriche*; 3.° il punto a cui posto il centro, e posto da una parte il diametro, si ha dall'altra la periferia; 4.° i punti per trasformare i sei corpi regolari uno nell'altro, notati G, P, C, O, D, I, cioè *Globus*, *Piramis*, *Cubus*, *Octaedrum*, *Dodecaedrum*, *Icosaedrum*. Da ciò si vede che il Birgio non avea già copiato Galileo, ma partendo dal compasso del Commandino, ne avea fatto di sua testa diverse utili applicazioni, e tra queste alcune simili a quelle di Galileo. E convien pure che il Compasso di proporzione con le sole due coppie di linee aritmetiche e dei seni, fattevi incidere da Guidubaldo, fosse già venuto in qualche uso, giacchè un simile istromento così semplice vien ricordato da Speckle nella sua architettura militare; e Clavio dice essersene veduti a Roma nel 1604; ed Henrion racconta che gliene fu mostrato uno nel 1614. Sussiste però sempre, che tranne forse le due prime coppie di linee, le *aritmetiche* cioè e le *geometriche*, le altre cinque coppie furono applicate nel compasso di centro fisso, di proprio ingegno da Galileo. Il quadrante da lui aggiuntovi veniva già comunemente impiegato nel secolo XVI, e non è che una derivazione di quelli che si costumavano da lungo tempo innanzi. I geometri concordemente riconoscono che il compasso di Galileo va soggetto a meno aberrazioni, e riesce d'un uso

Studio di Padova, ottenne che fossero soppresse tutte le copie stampate del libro del Capra, proibitane la pubblicazione, e conceduto ad esso Galileo di esporre in luce la sua lunga ed esquisita Difesa. Nella presente edizione, come nelle precedenti delle opere di Galileo, queste due scritture tengono dietro a quella del Compasso, tutte da noi riscontrate colle edizioni originali, giacchè poco sussidio ci hanno offerto in questo incontro i Codici Palatini.

A compimento di quanto ci è sembrato necessario avvertire in questo proposito, riportiamo l'elenco delle diverse edizioni, sia dell'opera di Galileo intorno al Compasso, sia di quelle d'altri dopo lui, disteso dal Venturi nel luogo sopra citato.

1604. LEVINI HULSII. *Beschreibung und Unterricht des Jobst Bürgi proportional-Circkels*, in 4. Francfurt.

1605. HORCHER PHILIPPI. *Constructio Circini proportionum etc.*, in 4. Maguntiae.

Descrive la costruzione e i diversi usi del compasso di Birgio, che dice essergli capitato per caso alle mani, senza ch'ei mostri di saperne l'inventore.

1606. *Le operazioni del compasso geometrico e militare di* GALILEO GALILEI. Padova in fol.

Ristampato nel 1619 a Napoli in folio; nel 1638, 1640 e 1649 a Padova in 4, nel 1698 a Roma in 12, e in tutte le collezioni dell'opere dell'Autore.

1607. BALTHASARIS CAPRÆ. *Usus et fabrica cujusdam circini proportionis*. Patavii in 4.

.... NIC. ANDREANI. *Tractatus de novo instrumento proportionum*, in 4. Patavii.

Forse è l'opera precedente col titolo cangiato, dopo che il Capra ebbe divieto di spacciare la propria.

1608. ZUBLER LEONHARD. *Nova Geometria Pyrobolia*, in 4. Zurich.

Contiene uno strumento analogo al compasso di proporzione, colle sole linee aritmetiche.

1610. FAULHABERS. *Proportional-Zirkel*; nel suo Trattato delle nuove invenzioni di geometria e prospettiva. in 4. Ulmae.

.... GALGEMAYERS GEORGIUS. *Unterricht von proportional cirkel*, Laugingen 1610; Augsburg 1611; Ulm 1615 e 1617. *Centiloquium circini proportionum*, Nurnberg 1619. *Organum logicum*, Augsburg 1633, 1651, 1655, 1688: e Francfurt 1654, sempre in 4.

1612. GALILÆI. *Tractatus de proportionum instrumento ex italica lingua conversus*, in 4. Argentorati. Et ibid. 1635.

Da Mattia Berneggero, il quale vi fece molte utili annotazioni. L'edizione del 1635 è la stessa con quella del 1612, cambiatone solo il frontispizio e la prefazione.

1615. Laurenbergii Christ. *Clavis instrumentalis; oder arithm. Geom. Proportional-Instrument*, in 4. Leipzig.

1623. Metii Adriani. *Praxis nova geometrica per usum circini proportionalis*. Franeckerae in 4. Et ibid. 1625. Et Amstelod. 1629 in 8.

1624. Henrion D. *Usage du compas de proportion*, in 8. Paris.

Deshayes, il quale ripubblicò nel 1681 quest' opera accresciuta da lui con molti cambiamenti, dice che dall'anno 1630 in poi se ne erano fatte da venti edizioni; e quella del 1624 fu una ristampa. Tutte per altro sono posteriori al 1614, giacchè Henrion confessa ch' ei ne ricevette la prima idea in tal anno.

1626. Cornette Mich. *La géométrie reduite en une facile pratique par deux instrumens, dont un est le pantomètre ou compas de proportion*, in 8. Paris.

.... Barthelt Nicolaus. *Instrumentum instrumentorum mathematicorum*, Berlin; e 1627 Rostoch; ambedue in 8.

.... Lochman Wolffgangus. *Instrumentum instrumentorum* ec. Alten Stettin; e 1627 Rostoch; queste pure in 8.

1633. Oddi Muzio. *Fabbrica et uso del compasso polimetro*, in 4. Milano.

1634. Petit P. *Construction et usage du compas de proportion*, Paris in 8.

1656. Goldmann Nicolaus. *De usu circini proportionalis*, Lugd. Bat. in fol. et ibid. 1679, in fol.

1660. *Ougtred's circles of proportion*, in 8. London.

1662. Alexander Andr. *Kurzer Bericht von Gebrauche des proportional Cirkels*, in 4. Nurnberg. Et Jenae 1682, in 4.

1673. Casati Paulo. *Fabrica et uso del compasso di proporzione*, in 4. Bologna. E ivi 1685 pure in 4.

1688. Ozanam. *Usage du compas de proportion*, in 8. Paris.

DEDICATORIA

[illegible]CIPE COSIMO DE' MEDICI

[illegible], Serenissimo *Principe, spiegare in questo luogo il nu*[illegible]*di, che alla grandezza dei proprj meriti dell'A. V. e della Sua* [illegible] *Casa si devono, così lungo discorso far mi converrebbe, che* [illegible] *di lunga mano il resto di tutto il ragionamento avanzerebbe:* [illegible] *mi asterrò di tentare quell' impresa, al mezzo della quale, non* [illegible] *fine, condurmi diffiderei. Oltre che non per accrescere splendore alla* [illegible] *Vostra, che già come nascente Sole per tutto l'Occidente risplen*[illegible] *io abbracciata l'occasione di dedicarli la presente fatica, ma all'in*[illegible] *acciò che il fregio e l' ornamento del nome vostro, che in fronte,* [illegible] *io nell'anima, porterà sempre scritto, all'oscure sue tenebre grazia* [illegible] *splendore acquisti. Nè io come oratore, per esaltare la gloria di V. A. Serenissima gli vengo avanti, ma come devotissimo servo e umilissimo vassallo li porgo un debito tributo; il che prima avrei fatto, se la tenerezza della sua età non mi avesse persuaso ad aspettar questi anni a simili studj più accomodati. Che poi questo picciol dono deva esser con lieta fronte ricevuto dall' A. V. non devo io mettere in dubbio; sì perchè la infinita sua umanità nativa me lo persuade, e la proporzione, che ha questa lettura con gli altri tanti suoi esercizi regi, me l'afferma, sì ancora, oltre a ciò, perchè l'esperienza stessa me l'accerta, essendosi Ella, per gran parte dell' estate passata, degnata di ascoltar con tanto benigna udienza dalla mia viva voce l' esplicazione di molti usi di questo Strumento. Gradirà dunque l' A. V. S. questo mio, dirò quasi, scherzo matematico ai suoi primi giovanili studj nobilmente conforme, e avanzandosi con l'età in queste veramente regie discipline, aspetti di tempo in tempo dal mio basso ingegno tutti quei più maturi frutti, che dalla divina grazia m' è stato e sarà conceduto di raccorre. E qui con ogni umiltà inchinandomi, li bacio reverentemente la vesta, e dal Signore Iddio li prego somma felicità.*

Di Padova, li 10 Luglio 1606.

Di V. A. Serenissima

Umiliss. ed Obbligatiss. Servo

GALILEO GALILEI.

L'AUTORE

AI DISCRETI LETTORI.

La occasione di praticar con tanti e tanti Signori grandi in questo nobilissimo Studio di Padova per instituirgli nelle Scienze Matematiche, mi ha con lunga esperienza fatto conoscere come non fu del tutto indecente la richiesta di quel gran Discepolo, che da Archimede, suo maestro nella Geometria, ricercò strada più facile ed aperta, che all'acquisto di quella lo conducesse: imperocchè anco in questa età pochissimi sono, ai quali gli erti e spinosi sentieri, per i quali passar bisogna prima che all'acquisto dei preziosi frutti di queste scienze pervenir si possa, non rincreschino, o che spaventati dalla lunga asprezza, e più dal non vedere, o potersi immaginare come queste oscure e sconosciute strade al desiderato termine condur gli possino, a men che mezzo il cammino non si atterrino, ed abbandonino l'impresa. E ciò ho io tanto più frequentemente veduto accadere, quanto con più gran personaggi mi sono incontrato, come quelli che essendo in tanti altri maneggi occupati e distratti, non possono in questi esercitar quell'assidua pazienza, che vi saria necessaria. Io dunque scusandogli insieme col giovine Re di Siracusa, e desiderando che non restino per la difficoltà e lunghezza delle comuni strade privi di cognizione tanto a' nobili Signori necessarie, mi rivolsi a tentare di aprir questa Via veramente Regia, la quale con l'aiuto di questo mio Compasso in pochissimi giorni insegna tutto quello, che dalla Geometria e dall'Aritmetica, per uso civile e militare, non senza lunghissimi studj per le vie ordinarie si riceve. Quello che io abbia con questa mia opera conseguito, non lo dirò io, ma lo lascierò giudicare a quelli, che da me sin qui l'hanno appresa, o per l'avvenire l'apprenderanno, e in particolare da chi avrà veduti gli Strumenti dagli altri in simili propositi ritrovati; benchè la più gran parte dell'invenzioni, e le maggiori, che nel mio Strumento si contengono, da altri sin qui non sono state nè tentate nè immaginate; tra le quali è molto principale questa del poter qualsivoglia persona risolvere in un istante le più difficili operazioni di Aritmetica; delle quali però ne descrivo quelle sole, che alle civili e militari occorrenze più frequentemente accaggiono. Duolmi solamente, benigno Lettore, che quantunque io mi sia ingegnato di spiegare le seguenti cose con ogni chiarezza e facilità possibile, tuttavia, a chi le dovrà dalla scrittura cavare, sembreranno in

qualche oscurità involte, perdendo appresso loro molta di quella grazia, che nel vederle attualmente operare, e nell'apprenderle dalla viva voce, le rende maravigliose; ma questa è una di quelle materie, che non patiscono di essere con chiarezza e facilità descritte nè intese, se prima dalla viva voce non si ascoltano, e nell'atto stesso esercitar non si veggono. E questa saria stata potente cagione, che mi averebbe fatto astener dall'imprimer quest'opera, se non mi fosse giunto all'orecchie, che altri, alle mani di cui, non so in qual guisa, è pervenuto uno de' miei Strumenti con la sua dichiarazione, si apparecchiava per appropriarselo; il che mi ha messo in necessità di assicurar col testimonio delle stampe non meno le fatiche mie, che la riputazione di chi se l'avesse volute attribuire; perchè quanto al far cauto me, non mancano le testimonianze di Principi ed altri gran Signori, i quali da otto anni in qua hanno questo Strumento veduto, e da me appresone l'uso; dei quali quattro soli mi basterà ora nominare. Uno fu l'Illustrissimo ed Eccellentissimo Sig. Giovanni Friderico Principe di Holsazia ec. e Conte in Oldenburg ec., che l'anno 1598 apprese da me l'uso di questo Strumento, ma non ancora a perfezione ridotto: poco dopo fui dell'istesso favore onorato dal Serenissimo Arciduca D. Ferdinando d'Austria: l'Illustrissimo ed Eccellentissimo Sig. Filippo Landgravio di Assia e Conte di Nidda ec. l'anno 1601 intese il medesimo uso qui in Padova; e il Serenissimo di Mantova due anni sono volse da me sentirne l'esplicazione.

Aggiungesi, che il tacere io la fabbrica dello Strumento, la quale per la lunga e laboriosa sua descrizione, e per altri rispetti, al presente pretermetto, renderà questo Trattato del tutto inutile a chi, senza lo Strumento, ei pervenisse nelle mani. E per tal causa ne ho io fatte stampare appresso di me 60 copie sole, per presentarne insieme con lo Strumento, con la

LE OPERAZIONI
DEL COMPASSO
GEOMETRICO E MILITARE.

DELLE LINEE ARITMETICHE

DIVISIONE DELLA LINEA.

Operazione I.

Venendo alla dichiarazione particolare delle operazioni di questo nuovo Compasso Geometrico e Militare (Tav. IX, Fig. 1), primamente faremo principio da quella faccia di esso, nella quale sono notate quattro coppie di Linee con le loro divisioni e coi loro numeri; e tra esse parleremo prima delle più interiori, denominate Linee Aritmetiche, per esser le loro divisioni fatte in proporzione aritmetica, cioè con eguali eccessi, che procedono sino al numero 250; dalle quali trarremo diversi usi, e primamente

Col mezzo di queste Linee potremo dividere una linea retta propostaci in quante parti eguali ne piacerà, operando in alcuno degl' infrascritti modi.

Quando la proposta linea sia di mediocre grandezza, sicchè non ecceda l'apertura dello strumento, piglieremo con un Compasso ordinario l'intera quantità di quella, e questo spazio applicheremo traversalmente, aprendo lo strumento, a qualunque numero di esse Linee Aritmetiche, purchè sia tale che sopra le medesime linee ve ne sia un minore, e da quello contenuto tante volte, quante sono le parti in che si ha da dividere la linea proposta; ed aggiustato in tal guisa lo strumento, e preso lo spazio traversale tra

qualche oscurità involte, perdend...
nel vederle attualmente operare, ...
maravigliose; ma questa è una d...
essere con chiarezza e facilità d...
voce non si ascoltano, e nell'att...
sta saria stata potente cagione, ...
mer quest'opera, se non mi fosse...
di cui, non so in qual guisa, ...
sua dichiarazione, si appar...
messo in necessità di assicur...
fatiche mie, che la riputazi...
quanto al far cauto me, non ...
gran Signori, i quali da ...
to, e da me appresone l'uso ...
nare. Uno fu l'Illustrissi...
Principe di Holsazia ec. ...
apprese da me l'uso di que...
dotto: poco dopo fui del...
duca D. Ferdinando d'Au...
lippo Landgravio di As...
medesimo uso qui in Pa...
volse da me sentirne l'...

Aggiungesi, che il ...
la lunga e laboriosa sua ...
termetto, renderà questo ...
ei pervenisse nelle man...
di me 60 copie sole, p...
somma diligenza che si ...
Principe di Toscana ...
questa fatica esser con...
care al presente opera...
esser bene scrivere in ...
in mano di persone ...
possa da loro esser ...

... senza alcun dub-
... ordinateci: come

... cinque parti eguali,
... sia quintuplo del-
... punto lo strumento ag-
... già presa col Com-
... punti segnati 100. 100, e
... ndasi la distanza pur
... me linee segnati 20. 20,
... sarà la quinta parte della
... ne troveremo ogni altra
... numeri grandi, purchè
... ndo, l'operazione riuscirà

... operando in un altro mo-
... dividere, per esempio, la
... gr. in 11 parti, prenderò
... undici volte, come sa-
... passo tutta la linea AB,
... prendo lo strumento ai pun-
... sopra le medesime linee pren-
... 10, li quali vengono occupati
... in vece di questa si piglierà
... 100, stringendo un poco il Com-
... un'asta nel punto B, noterò
... rimanente linea AC sarà la
... AB: e similmente fermata l'asta
... verso l'altra estremità il punto E,
... CA. Dipoi stringendo ancora
... l'intervallo traversale tra i
... porterò da B in D, e dall'A in F,
... EF, undecime parti ancor esse del-
... ordine trasferendo di qua e di là

prese tra i punti 80. 80, 70. 70 ec. troveremo le ...ni, come nella linea AB distintamente si vede.

Quando ci fusse proposta una piccolissima linea da ... in molte parti, come sarebbe per esempio la li... (Tav. IX, Fig. 3), per dividerla v. g. in tredici parti, ... secondo quest' altra regola procedere.

...olunghisi occultamente essa linea AB sino in C, e mi... in essa altre linee, quante ci piaceranno, eguali ...AB (e siano nel presente esempio altre sei, sicchè AC ...settupla di essa AB), è manifesto che di quelle parti, ... quali la AB contiene tredici, tutta la AC ne conter... 91; onde presa con un Compasso tutta la AC, l'applicheremo traversalmente aprendo lo strumento ai punti 91. 91, ...stringendo poi il Compasso a un punto meno, cioè alli punti 90. 90, trasporteremo questa distanza dal punto C verso A, perchè notando il termine verso A, si lascierà la novantunesima parte di tutta la CA, che è la tredicesima della BA, fuori, pur verso il termine A: e così se ci piacerà verremo stringendo di punto in punto il Compasso all' 89. 88. 87 ec., e trasporteremo questi intervalli dal termine C verso A, e si verranno di grado in grado ritrovando e notando le altre particelle della linea proposta AB.

Ma se finalmente la linea da dividersi fusse lunghissima, sicchè eccedesse di molto la maggiore apertura dello strumento, potremo in ogni modo prendere di essa la parte assegnataci, la quale sia, per esempio, la settima. Ora per trovarla, avendoci prima immaginati due numeri, l'uno settuplo dell'altro, quali sieno v. g. 140 e 20, costituiscasi lo strumento in qualsivoglia apertura, e da esso presa con un Compasso la distanza traversale tra li punti 140. 140, si veda quante volte questa è compresa nella gran linea proposta, e quante volte vi è contenuta, tante volte l'intervallo traversale tra li punti 20. 20 si replichi sopra la gran linea, e si averà la sua settima parte, quando però

l'intervallo, che si prese tra i punti 140, avesse misurato precisamente la data linea; ma se non l'avesse misurata appunto, bisogneria prendere dell' avanzo la settima parte, secondo il modo di sopra dichiarato, e questa aggiugnere a quell'intervallo, che fu sopra la gran linea più volte replicato, e si averà la settima parte a capello, secondo che si desiderava.

Come di una Linea proposta possiamo prendere qualunque parti ci verranno ordinate.

OPERAZIONE II.

La presente operazione è tanto più utile e necessaria, quanto che senza l'ajuto del nostro strumento saria difficilissimo trovar tali divisioni, le quali però con lo strumento in uno istante si conseguiranno. Quando dunque ci bisognasse di una linea proposta prendere qualunque parti ci venissero ordinate, come per esempio se delle 197 parti dobbiamo prendere le 113; piglisi senz'altro con un Compasso la lunghezza della data linea, e aperto lo strumento sin che tal lunghezza si accomodi traversalmente alli punti segnati 197, e più non lo movendo, prendasi con l'istesso Compasso la distanza tra i punti 113. 113, che tanta senz'alcun dubbio sarà la porzione della linea proposta, che alli

gno da farsi, tutte proporzionate alle loro corrispondenti del disegno proposto. Tali due scale avremo sempre dalle linee, delle quali ora parliamo, e una di esse sarà la linea già sopra lo strumento dirittamente divisa, e che ha il suo principio nel centro dello strumento; e questa che è una scala stabile ci servirà per misurare i lati della proposta pianta; l'altra, che sarà per disegnare la nuova pianta, deve esser mobile, cioè deve potersi crescere e diminuire ad arbitrio nostro, secondo che la nuova pianta dovrà essere o maggiore o minore, e tale scala mutabile sarà quella, che dalle medesime linee averemo traversalmente stringendo o allargando il nostro strumento. Ma per più chiara intelligenza del modo d'applicare all'uso tali linee, ne metteremo un esempio. Siaci dunque proposta la pianta ABCDE (Tav. IX, Fig. 4), alla quale se ne dee disegnare un'altra simile, ma sopra la linea FG, la quale sia omologa, cioè risponda alla linea AB. Qui è manifesto, che bisogna servirsi di due scale, l'una per misurare le linee della pianta ABCDE, e l'altra con la quale si misurino le linee della pianta da farsi, e questa dee esser dell'altra maggiore o minore, secondo la proporzione della linea FG alla AB. Piglia dunque con un Compasso la linea AB, la quale applica rettamente sopra la scala dello strumento, ponendo un'asta del Compasso nel centro dello strumento, e l'altra sopra il punto dove cascherà, che sia per esempio al 60; dipoi prendi pur col Compasso la linea FG, e posta una delle sue aste nel punto 60, apri lo strumento sin tanto che l'altra asta caschi giusto traversalmente sopra l'altro corrispondente punto 60, nè più si muterà tale costituzione dello strumento, ma tutti gli altri lati della pianta proposta si misureranno sopra la scala retta, e immediatamente si prenderanno le distanze corrispondenti ad essi traversalmente per li lati della nuova pianta; come, v. g., se vogliamo ritrovare la lunghezza della linea GH rispondente alla BC, prendi col Compasso la di-

stanza BC, e questa applica dal centro dello strumento rettamente sopra la scala, e fermata l'altra asta nel punto dove casca, quale sia per esempio 66, volta l'altra asta all'altro punto 66, traversalmente rispondente, secondo la cui misura taglierai la linea GH, che risponderà alla BC in quell'istessa proporzione, che la linea FG alla AB. Ed avvertasi, che quando si volesse trasportare una pianta piccola in un'altra assai maggiore, bisognerà servirsi delle due scale con ordine opposto, cioè usare la scala retta per la pianta da farsi, e la trasversale per misurare le linee della pianta proposta, come per es.: abbiamo la pianta ABCDEF (Tav. IX. Fig. 5), la quale vogliamo trasportare in un'altra assai maggiore, cioè sopra la linea GH, che sia rispondente alla linea AB; per aggiustar le scale prendasi la linea GH, e si veda quanti punti contiene nella scala retta, e veduto contenerne v. g. 60, prendasi la sua rispondente AB, e adattisi traversalmente alli punti 60. 60, nè più si muova lo strumento: per trovar poi la linea HI, rispondente alla BC, piglia col Compasso essa BC, e va investigando a quali punti si accomodi sopra la scala traversale, e trovato accomodarsi per esempio alli punti 46, piglia immediatamente l'intervallo de' punti 46 sopra la scala retta, e troverai la lunghezza della linea HI rispondente alla BC. E notisi tanto per questa, quanto per la precedente operazione, che non basta aver trovata la lunghezza HI, se non si trova ancora a qual punto si deve dirizzare, acciocchè costituisca l'angolo HI eguale all'angolo B: però trovata che si avrà essa linea HI, fermata un'asta del Compasso nel punto H, si noterà coll'altra occultamente una porzione di arco, secondo che mostra la linea puntata OIN; dipoi si piglierà l'intervallo tra il punto A o il punto C, e si cercherà quanti punti sia sopra la scala traversale, e trovato essere v. g. 89, si prenderà rettamente la distanza 89 col Compasso, del quale fermata un'asta in G, si noterà coll'altra l'intersecazione

dell' arco RIQ coll' arco primo OIN, fatta nel punto I, al al quale si deve dirizzare la linea HI; e sarà senza dubbio l' angolo H eguale all' angolo B, e la linea HI proporzionale alla BC: e con tale ordine si troveranno gli altri punti KLM, rispondenti all' angolo DEF.

Regola del Tre risoluta col mezzo del Compasso, e delle medesime Linee Aritmetiche.

OPERAZIONE IV.

Servonci le presenti linee, non tanto per la risoluzione di diversi problemi lineari, quanto per alcune regole d' Aritmetica, tra le quali porremo questa, che risponde a quella nella quale Euclide c' insegna, proposti tre numeri trovare il quarto proporzionale; perchè altro non è la regola Aurea, che del Tre domandano i pratici, che trovare il quarto numero proporzionale ai tre proposti. Dimostrando adunque il tutto coll' esempio per più chiara intelligenza, diciamo:

Se 80 ci dà 120, che ci darà 100? Hai dunque tre nunumeri posti in quest' ordine 80 120 100, e per trovare il quarto numero che cerchiamo, prendi sopra lo strumento rettamente il secondo numero de' proposti, cioè 120, ed applicalo trasversalmente al primo, cioè all' 80; dipoi prendi trasversalmente il terzo numero, cioè 100, e misuralo rettamente sopra la scala, e quello che troverai, cioè 150, sarà il quarto numero cercato: e nota che l' istesso avverria, se in vece di prendere il secondo numero pigliassi il terzo, e poi in vece del terzo pigliassi il secondo; cioè che l' istesso ci darà il secondo numero preso rettamente ed applicato al primo trasversalmente, pigliando dipoi il terzo trasversalmente e misurandolo rettamente, che ci darà il terzo rettamente preso e trasversalmente al primo applicato, pigliando poi il secondo trasversalmente e rettamente misurandolo; avvegnachè nell' uno e nell' altro modo troveremo

150: e ciò è bene aver avvertito, perchè secondo le diverse occasioni, questo di quello, o quello di questo modo di operare ci tornerà più accomodato.

Possono, circa l'operazione di questa regola del Tre, occorrere alcuni casi, i quali potriano partorir qualche difficoltà, se non si avvertissero, dimostrando appresso come in essi si debba procedere. E prima, potria alcuna volta occorrere, che de' tre numeri proposti, nè il secondo nè il terzo, preso rettamente, si potesse applicare trasversalmente al primo, come se si dicesse: 25 mi dà 60, che darà 75? dove tanto il 60 quanto il 75 passa il doppio del primo, cioè di 25, sicchè nè l'uno nè l'altro di essi si può, rettamente preso, applicare trasversalmente ad esso 25. Onde per conseguire l'intento nostro, piglieremo o il secondo o il terzo rettamente, e l'applicheremo al doppio del primo trasversalmente, cioè a 50 (e quando non bastasse al doppio, l'applicheremo al triplo, al quadruplo ec.); dipoi pigliando l'altro trasversalmente, affermeremo che quello, che si mostrerà misurato rettamente, sarà la metà (ovvero la terza o quarta parte) di quello che cerchiamo. E così, nel proposto esempio, 60 preso rettamente, applicato al doppio di 25, cioè a 50, trasversalmente, e subito preso il 75 pur trasversalmente, e questo misurato rettamente, troveremo

Un'altra cautela sarà bene che ponghiamo per servirsene quando il secondo o il terzo de' numeri proposti fussero molto grandi, essendo gli altri due mediocri, come quando si dicesse: se 60 mi dà 390, che mi darà 45? Preso dunque 45 rettamente, si applicherà trasversalmente al 60, e non si potendo pigliare 390 intero, lo piglieremo in pezzi, secondo che più ci piacerà; come v. g. piglierò 90 trasversalmente, il quale misurato rettamente mi darà 67 e mezzo, il che noterò da parte; piglierò poi trasversalmente 100, che misurato rettamente mi darà 75; e perchè nel 390 vi è una volta 90 e tre volte 100, prenderò tre volte il 75 trovato, e di più 67 e mezzo, che fu trovato in virtù del 90, e tutta questa somma fa 292 e mezzo pel quarto numero che si cercava.

Ultimamente non resteremo di dire, come si possa operare la medesima regola in numeri piccolissimi, benchè nello strumento non si sieno potuti notare i punti dal 15 in giù, mediante la nocella che unisce e collega le aste dello strumento. Ma in questa occasione ci serviremo delle decine de' punti, come se fussero unità; sicchè dicendo per esempio: se 10 dà 7, che darà 13? non potendo pigliar il 7 per buttarlo a 10, piglieremo 70, cioè 7 decine, e lo butteremo a 10 decine, cioè a 100, e subito pigliando 13 decine, torneremo a misurar questa distanza rettamente, e la troveremo contenere punti 91, che sono 9 e un decimo, facendo, come si è detto, che ogni decina vaglia uno; e da tutti questi avvertimenti, quando si averanno bene in pratica, si potrà facilmente investigare la soluzione di tutte le difficultà, che ci potessero in ogni caso occorrere.

Regola del Tre inversa, risoluta col mezzo delle medesime Linee.

OPERAZIONE V.

Con non dissimile operazione si risolveranno i quesiti della regola del Tre inversa: eccone un esempio. Quella

vittovaglia, che basteria per mantener 60 giorni 100 soldati, a quanti basteria giorni 75? Questi numeri disposti alla regola, stariano in quest'ordine 60 100 75. L'operazione dello strumento richiede, che pigli rettamente il primo numero, cioè 60, e l'applichi trasversalmente al numero terzo, cioè 75; e non movendo lo strumento piglia trasversalmente il 100, che è il secondo, e misuralo rettamente, e troverai 80, qual'è il numero cercato: dove si deve parimente avvertire, che il medesimo ritroveremo applicando il secondo rettamente al terzo trasversalmente, e poi misurando rettamente il primo trasversalmente preso. Deesi oltre a ciò notare, che tutti gli avvertimenti posti sopra circa la regola del Tre, si devono ancora in questa per appunto osservare.

Regola per trasmutar le monete.

OPERAZIONE VI.

Col mezzo di queste medesime linee aritmetiche possiamo trasmutare ogni spezie di moneta l'una nell'altra con maniera molto facile e spedita, il che si conseguirà coll'aggiustar prima lo strumento, pigliando rettamente il prezzo della moneta, che vogliamo trasmutare, ed accomodandolo trasversalmente al prezzo di quella, in cui si ha da fare la trasmutazione, come, acciò più distintamente il tutto s'intenda, dichiareremo con un esempio. Vogliamo, v. g., trasmutare scudi d'oro in ducati veneziani, e perchè il prezzo o valuta dello scudo d'oro è lire 8, e la valuta del ducato lire 6 e soldi 4, è necessario (poichè il ducato non è misurato precisamente dalle lire, entrandovi soldi quattro) risolvere l'una e l'altra moneta, e valutarla co' soldi, considerando come il prezzo dello scudo è soldi 160, e quello del ducato 124. Per aggiustar dunque lo strumento alla trasmutazione di scudi d'oro in ducati, piglia rettamente

la valuta dello scudo, cioè 160, ed applicala, aprendo lo strumento, trasversalmente al valore del ducato, cioè a 124, nè più moverai lo strumento. Dipoi qualunque somma di scudi proposta trasmuterai in ducati, pigliando la detta somma trasversalmente e misurandola rettamente; come per esempio, vogliamo sapere quanti ducati facciano 186 scudi, piglia 186 per traverso e misuralo rettamente, e troverai 240, e tanti ducati saranno i detti scudi.

Regola degl' interessi sopra interessi, che altrimenti si dice de' meriti a capo d'anno.

Operazione VII.

Assai speditamente potremo risolvere le questioni di questa regola con l' aiuto delle medesime linee aritmetiche, e ciò con due diverse maniere di operare, come con due seguenti esempi faremo chiaro e manifesto. Cercasi quanto siano per guadagnare 140 scudi in 5 anni a ragione di 6 per 100 l' anno, lasciando gl' interessi sopra il capitale e sopra gli altri interessi, acciocchè continuamente guadagnino. Per trovar dunque quanto cerchiamo, piglia rettamente il primo capitale, cioè 140, e questo butta trasversalmente al 100, e senza muover lo strumento, piglia subito trasversalmente la distanza tra li punti 106, che è il 100 con l'interesse, e torna di nuovo ad aprir lo strumento, e questo intervallo, che ultimamente pigliasti col Compasso, ributtalo al 100, ed aprendo un poco più il Compasso, piglia trasversalmente la distanza tra li punti 106, e di nuovo aperto un poco più lo strumento, butta questa distanza pur ora trovata al 100, ed aprendo il Compasso piglia il 106, ed in somma va replicando questa medesima operazione tante volte, quanto è il numero degli anni del merito; ed essendo nel presente esempio il merito per anni cinque, dei reiterar l' operazione cinque volte. Ed in ultimo, misurando rettamente l' intervallo che averai preso, troverai comprender

punti 187 e un terzo; e tanti scudi saranno diventati li 140 posti da principio, col guadagno di sei per cento, nello spazio di anni cinque: e nota, che se ti tornasse più comodo di servirti in cambio del 100 e 106, del 200 e 212, come spesse volte occorrerà, il medesimo sarà ritrovato.

L'altro modo di operare non richiede altra mutazione nello strumento, che un solo primo accomodamento, e procedesi così. Servendosi del medesimo quesito posto sopra: per aggiustar lo strumento, piglia 100 col suo primo interesse, cioè 106 rettamente, ed aperto lo strumento applicalo trasversalmente al 100, nè mai più moverai lo strumento; piglia poi trasversalmente la somma dei danari proposta, che fu 140, e misurala rettamente, e vederai già il guadagno del primo anno esser 148 e due quinti, comprendendo però anche il capitale. Per trovar il secondo anno, piglia trasversalmente questo 148 e due quinti, e senz'altro misuralo rettamente, e troverai 157 e un terzo pel secondo anno. Piglia poi questo medesimo numero 157 e un terzo trasversalmente, torna a misurarlo rettamente, e troverai 166 e tre quarti pel capitale e guadagno del terzo anno. Torna a pigliar questo 166 e tre quarti trasversalmente, e misuralo rettamente, ed averai per lo quarto anno 176 e tre quarti. Finalmente piglia questo trasversalmente, e torna a misurarlo rettamente, ed averai pel quinto anno, tra capitale e guadagno, 186 e un terzo. E così, volendo per più anni, anderai replicando l'operazione. E nota, che quando il primo capitale proposto fusse somma tale, che eccedesse il numero dei punti 250 segnati sopra le linee aritmetiche, devi operare a pezzi, pigliando la metà, il terzo, il quarto, il quinto, o altra parte della somma proposta; che in fine pigliando due, tre, quattro, o cinque, o più volte quello che trovi, verrai in cognizione di quello che desideri.

DELLE LINEE GEOMETRICHE.

e prima come col mezzo di esse possiamo crescere o diminuire in qualunque data proporzione tutte le figure superficiali.

Operazione VIII.

Le linee, che seguono appresso le aritmetiche di sopra dichiarate, sono dette Linee Geometriche, per esser divise secondo la geometrica proporzione procedente fino al 50; dalle quali trarremo diverse utilità. E prima ci serviranno per trovar il lato d' una figura superficiale, che ad un' altra proposta abbia una data proporzione, come saria per esempio: essendo proposto il triangolo ABC (Tav. IX, Fig. 6), vogliamo trovar il lato di un altro, che ad esso abbia proporzione sesquialtera. Piglinsi due numeri nella data proporzione, e siano per esempio 12 ed 8; e presa con un Compasso la linea BC, adattisi, aprendo lo strumento, a' punti delle linee geometriche 8. 8, e senza punto muovere l'apertura prendasi l' intervallo tra li punti 12. 12; perchè se faremo una linea di tal grandezza lato di un triangolo rispondente alla linea BC, sarà la sua superficie indubitatamente sesquialtera del triangolo ABC. Questo medesimo intendasi di ogn' altra sorta di figura; e dei cerchi ancora faremo questo medesimo, servendoci delli loro diametri, o semidiametri, come dei lati delle figure rettilinee. E notisi per le persone più vulgari, che la presente operazione è quella, che c' insegna crescere o diminuire tutte le piante superficiali; come v. g. avendo una pianta, la quale contiene per esempio 10 campi di terreno, e ne vorremo disegnare una che ne contenesse 34, piglia qualunque linea della pianta di 10 campi, ed applicala trasversalmente alli punti 10 delle presenti linee geometriche, e senza più movere lo strumento, prendi l' intervallo trasversale tra li

punti 34 delle medesime linee, e sopra una tal lunghezza descrivi la tua pianta simile alla prima, secondo la regola che di sopra nella terza operazione fu insegnato, ed averai la pianta cercata capace precisamente di 34 campi.

Come con l'istesse Linee possiamo trovar la proporzione tra due figure superficiali tra di loro simili.

Operazione IX.

Sianci per esempio proposti li due quadrati A, B (Tav. IX, Fig. 7), ovvero qualunque due altre figure, delle quali le due medesime linee A, B siano lati omologhi; volendo trovar qual proporzione abbiano tra di loro le dette superficie, prendasi con un Compasso la linea B, la quale, aprendo lo strumento, si applichi a qualsivoglia punto di esse linee geometriche, e sia per esempio al 20; dipoi, non movendo lo strumento, prendasi col Compasso la linea A, e questa applicata alle linee geometriche, si veda a che numero si adatti; e trovato v. g. che si aggiusti al numero 10, dirai la proporzione delle due figure esser quella che ha 20 a 10, cioè doppia: e quando la grandezza di questa linea non s'accomodasse precisamente ad alcuna delle divisioni, dobbiamo rinnovare l'operazione, ed appli-

qual numero si adatti pur trasversalmente la linea A, e tanti campi dirai contenere la pianta di essa linea A.

Come si possa constituire una figura superficiale ed eguale a molte altre simili proposteci.

OPERAZIONE X.

Sianci per esempio proposte tre figure simili, delle quali li lati omologhi siano le linee A, B, C (Tav. IX, Fig. 8), alle quali se ne debba trovar una sola eguale, o pure ad esse simile; prendi col Compasso la lunghezza della linea C, e questa, aperto lo strumento, applicherai a qual numero più ti piace delle linee geometriche, e sia v. g. applicata alli punti 12. 12; dipoi lasciato lo strumento in tal sito, prendi la linea B, e vedi a che numero delle medesime linee si accomodi, che sia per esempio al 9; e perchè l'altra si era aggiustata al 12, congiugnerai questi due numeri 9 e 12 insieme, e terrai a memoria 21; piglia dipoi la terza linea A, e secondo il medesimo ordine considera a qual numero delle medesime linee trasversalmente si adatti, e trovato v. g. adattarsi al 6, aggiugnerai 6 al 21 che salvasti, e averai in tutto 27. Piglia adunque la distanza trasversale tra li punti 27, e averai la linea D, sopra la quale facendo una figura simile all'altre tre proposte, sarà ancora di grandezza alle medesime tre insieme eguale. E col medesimo ordine ne potrai ridurre in una sola quante ne venissero proposte, pur che le proposte siano tutte simili tra di loro.

Proposte due figure simili e diseguali, trovar la terza simile ed eguale alla differenza delle due proposte.

OPERAZIONE XI.

La presente operazione è il converso della già dichiarata nel precedente capitolo, e la sua operazione sarà in

tal guisa. Sianci per esempio proposti due cerchi diseguali (Tav. X, Fig. 9), e del maggiore sia diametro la linea AA, e del minore la BB; volendo trovar il diametro del cerchio eguale alla differenza delli due A, B, prendi con un Compasso la lunghezza della linea maggiore A, ed applicala, aprendo lo strumento, a qual punto più ti piacerà delle linee geometriche, e sia per esempio applicata al numero 20; e non movendo lo strumento, considera a qual punto delle medesime linee si aggiusta la linea B, e trovato per esempio accomodarsi al numero 8, sottratto questo da 20 resterà 12, e presa la distanza tra li punti 12. 12, avrai la linea CC, il cui cerchio sarà eguale alla differenza delli due A, B: e quello che si è esemplificato nei cerchi per via dei loro diametri, intendasi esser l'istesso nelle altre figure simili, operando con uno dei loro lati omologhi.

Estrazione della radice quadrata con l'ajuto delle medesime linee.

Operazione XII.

Tre differenti modi di operare nell'estrazione della radice quadrata saranno nel presente capitolo dichiarati, uno per li numeri mediocri, uno per li grandi, ed il terzo per

prendi traversalmente dalle linee geometriche, e misuralo rettamente sopra le aritmetiche, e quello che trovi sarà la radice quadrata del numero proposto. Come per esempio, volendo la radice di questo numero 4630, levate le due ultime figure, cioè il 30, resta 46; però piglierai trasversalmente 46 dalle linee geometriche e lo misurerai rettamente sopra le aritmetiche, e lo troverai contenere punti 68, che è la prossima radice cercata.

Ma sono in questa regola da notarsi due cose; la prima è, che quando le due ultime figure, che si levano, passassero 50, devi al numero che resta aggiugner uno; come se v. g. volessi pigliare la radice di 4192, perchè il 92 da levarsi passa 50, in luogo del 41 che restava, devi prendere 42, e nel resto seguire la regola di sopra.

L'altra cautela, che si debbe osservare, è, che quando quello che resta, detratte le due ultime figure, passasse 50, in tal caso, poichè la divisione delle linee geometriche non si estende oltre al 50, si deve del numero che resta prendere la metà, ovvero altra parte, e questa distanza presa, si deve geometricamente raddoppiare, o secondo il numero della detta parte multiplicare, e quell' ultimo intervallo così multiplicato, misurato rettamente sopra le linee aritmetiche, ti darà la radice che cerchi. Come per esempio, vogliamo la radice di 8412: aggiustato come è detto lo strumento, e detratte le due ultime figure, resta 84, il qual numero non è sopra le linee geometriche; però piglierai la sua metà, cioè 42: preso dunque lo spazio trasversale tra li punti 42, bisognerà che geometricamente sia raddoppiato, il che farai con aprir più lo strumento sin tanto che il detto spazio si adatti a qualche numero, del quale sopra le medesime linee ve ne sia uno doppio, come v. g. saria adattandolo al 20, pigliando poi l' intervallo tra i punti 40, il quale misurato finalmente sopra le linee aritmetiche, ti mostrerà 91 e due terzi in circa, prossima radice del numero 8412 proposto.

E se ti fosse bisognato del numero dato pigliare la terza parte, nel triplicarla poi geometricamente, l' applicherai trasversalmente ad un numero delle linee geometriche, del quale ve ne sia un altro triplo, come saria al 10 per pigliare il 30, o al 12 per pigliare il 36.

Quanto al modo di procedere per i numeri maggiori, non si averà altra differenza dal modo precedente, se non nell' aggiustar lo strumento, e nel levar dal dato numero le tre ultime note; e l' aggiustar lo strumento si farà pigliando 100 rettamente dalle linee aritmetiche, aggiustandolo poi trasversalmente a' punti 10. 10 delle geometriche; il che fatto, volendo v. g. la radice quadrata di 32140, tolte le tre ultime figure, resta 32, e questo piglierai trasversalmente dalle linee geometriche, che misurato rettamente sopra le aritmetiche, ti mostrerà 179, prossima radice di 32140; avvertendo che l' istesse cautele notate nell' operazione precedente, si debbono per appunto osservare in questa, cioè, che quando le tre figure, che si detraggono, passano 500, si ha da aggiugner uno a quello che resta; e se quel che resta passa 50, se ne piglierà una parte, cioè la metà o il terzo ec., duplicando o triplicando nel modo dichiarato quello che avrai per la detta parte preso.

Per i numeri minori aggiusterai lo strumento secondo il primo modo, cioè con buttare 40 a 16, pigliando poi trasversalmente dalle linee geometriche il numero proposto, senza levarne figura alcuna, perchè misurando rettamente il detto spazio sopra le linee aritmetiche, troverai la radice cercata in numero intero e in frazione; ma nota, che le decine delle linee aritmetiche ti debbono servire per unità, e le unità per decimi di unità. Come per esempio: vogliamo la radice di 30; aggiusta lo strumento come è detto, buttando 40 preso dalle linee aritmetiche rettamente al 16 delle geometriche trasversalmente, dalle quali presa trasversalmente la distanza de' punti 30, misurandola rettamente so-

pra le aritmetiche, troverai punti 55, che importano 5 intieri e cinque decimi, cioè 5 e mezzo, quanta è la prossima radice di 30; avvertendo che in questa regola ancora si debbono osservare li avvertimenti e cauzioni nell' altre due regole insegnate.

Regola per le ordinanze degli eserciti di fronte e di fianco disuguali.

OPERAZIONE XIII.

Per le ordinanze di fronte eguali al fianco ci servirà, come è manifesto, l' estrarre la radice quadrata del numero dei soldati propostoci. Ma quando volessimo formare un' ordinanza, una moltitudine assegnata di soldati, della quale la fronte e il fianco non fussero eguali, ma si rispondessero in una data proporzione; allora, per risolvere il quesito, ci bisogna in altra maniera procedere, operando nel modo che nel seguente esempio si dichiara.

Sendoci dunque ordinato che ritroviamo la fronte e il fianco di 4335 soldati messi in ordinanza in maniera, che per ogni cinque, che saranno nella fronte, ne siano tre nel fianco; allora per conseguir l' intento con l' ajuto del nostro strumento, prima considerando i numeri della proporzione assegnataci esser 5 e 3, aggiungendo a ciascuno di loro uno zero, fingeremo che importino 50 e 30: per trovar la fronte, prenderemo rettamente con un Compasso 50 dalle linee aritmetiche, e quest'intervallo accomoderemo trasversalmente alle linee geometriche, e a quel numero che si produce dalla multiplicazione tra di loro dei numeri della proporzione assegnata, cioè (nel presente esempio) al 15; e lasciato lo strumento in tale stato, si prenderà trasversalmente, pur nelle medesime linee geometriche, la distanza tra i punti segnati dal numero che resta, detratte le decine e unità del numero de' soldati propostoci, che nel presente esempio è 43; e misurato tale intervallo rettamente sopra le

linee aritmetiche, ci darà la fronte di tale ordinanza, che sarà di soldati 85. Col medesimo ordine troveremo il fianco, pigliando rettamente 30 dalle linee aritmetiche, e buttandolo trasversalmente al 15 delle geometriche, e da esse immediatamente pigliando, pur trasversalmente, l'intervallo tra i punti 43. 43, il quale misurato rettamente sopra le linee aritmetiche, ci darà 51 pel fianco. Il medesimo ordine si terrà in ogni altra moltitudine di soldati, e in qualunque altra proporzione assegnataci; avvertendo che, siccome si disse nella radice quadrata, quando le unità e decine, che si levano dal numero proposto, passassero 50, si deve alle centinaja che restano aggiugnere uno di più, ec. Nè voglio tacere come trovata che si sarà la fronte, secondo la regola già dichiarata, si potria con altra regola più spedita, e con le sole linee aritmetiche, trovar il fianco, in questa forma operando. Già nell'esempio addotto fu trovato 85 per la fronte, e furono i numeri della proporzione 5 e 3, che è quanto se si dicesse 50 e 30, ovvero 100 e 60 ec.; però quello 85 preso rettamente dalle linee aritmetiche accomodisi trasversalmente al 100 delle medesime, e piglisi immediatamente l'intervallo pur trasversale tra i punti 60. 60 delle medesime linee, il quale misurato rettamente ci mostrerà il medesimo numero 51, che nell'altra

facilità la linea o il numero medio proporzionale in questa maniera. Siano li due numeri, ovvero le due linee misurate proposteci (Tav. X, Fig. 10), l' una 36 e l' altra 16, e presa col Compasso la lunghezza dell'una, v. g. della 36, applicala, aprendo lo strumento, alli punti 36 delle linee geometriche, e non movendo lo strumento prendi l' intervallo tra i punti 16. 16 delle medesime linee, il quale misurato sopra la medesima scala troverai esser punti 24, quanto appunto è il numero proporzionale tra 36 e 16: e nota che per misurar le linee proposte, potremo servirci non solo della scala notata sopra lo strumento, ma di qualunque altra ancora, quando quella dello strumento fosse troppo piccola pel nostro bisogno.

Notando in oltre, che quando le linee e i numeri che le misurano, tra i quali vogliamo trovare il medio proporzionale, fussero assai grandi, sicchè passassero il 50, che è il maggior numero notato sopra le nostre linee geometriche, si potrà nondimeno conseguir l' intento operando con parti dei proposti numeri, o con altri minori di essi, ma che abbiano la medesima proporzione che hanno i primi; e la regola sarà in questo modo. Vogliamo v. g. pigliare il numero medio proporzionale fra 144 e 81, i quali eccedono ambidue il cinquanta; piglisi dalle linee aritmetiche 144 rettamente per applicarlo trasversalmente alle linee geometriche; ma perchè in esse non vi è numero così grande, piglierò immaginariamente una parte di esso numero 144, come saria v. g. il terzo, cioè 48, e l'intervallo già preso applicherò trasversalmente alli punti 48 delle linee geometriche. Dipoi immaginata la terza parte di 81, che fu l' altro numero dato, la quale è 27, piglierò tal numero pur trasversalmente dalle medesime linee geometriche, e questo misurato rettamente sopra le aritmetiche, mi darà il medio proporzionale ricercato, cioè 108.

DELLE LINEE STEREOMETRICHE,

e prima come col mezzo di esse si possan crescere o diminuire tutti i corpi solidi simili secondo la data proporzione.

Operazione XV.

Sono le presenti Linee Stereometriche così dette per esser la loro divisione secondo la proporzione dei corpi solidi fino a 148, e da esse trarremo molti usi, il primo dei quali sarà il già proposto, cioè come, dato un lato di qualsivoglia corpo solido, si possa trovare il lato d'un altro, che ad esso abbia una data proporzione; come, per esempio, sia la linea A (Tav. X, Fig. 11) diametro, v. g., d'una sfera o palla, per dirlo volgarmente, ovvero lato d'un cubo o altro solido, e siaci proposto di dover trovare il diametro o lato d'un altro, che a quello abbia la proporzione che ha 20 a 36: piglia col Compasso la linea A, ed aprendo lo strumento applicala al punto 36 delle linee stereometriche; il che fatto, prendi immediatamente l'intervallo tra' punti 20. 20, che sarà la linea B, diametro o lato del solido, che sta all'altro, il cui lato A, nella proporzione data di 20 a 36.

Proposti due solidi simili, trovare qual proporzione abbiano fra di loro.

Operazione XVI.

Non è la presente operazione molto differente dalle dichiarate di sopra, e puossi con gran facilità risolvere. Quando dunque ci venissero proposte le due linee A, B (Fig. suddetta), e dimandato qual proporzione abbiano fra di loro i lor solidi simili, prenderemo una di esse col Compasso, e sia v. g. presa l'A, la quale applicheremo, aprendo lo strumento, a qualche numero delle presenti linee, e sia

applicata v. g. al 50. 50; e subito presa la lunghezza dell'altra linea B, veggasi a qual numero si accomodi, e trovato adattarsi per esempio al 21, diremo il solido A al solido B avere la proporzione di 50 a 21.

Proposti solidi simili quanti ne piacerà, trovarne un solo eguale a tutti quelli.

Operazione XVII.

Siano proposte le tre linee A, B, C (Tav. X, Fig. 12), lati di tre solidi simili, vogliamo trovarne uno eguale a tutti quelli; per lo che fare, prendasi con un Compasso la linea A, quale s'applichi a qualche punto delle linee stereometriche, e sia per esempio al punto 30, e non movendo lo strumento considera a qual numero s'adatti la linea B, e trovato per esempio adattarsi al 12, aggiugni questo numero al numero 30 già detto, che fa 42; il qual numero terrai a memoria: presa dipoi con un Compasso la linea C, considera a qual numero delle medesime linee s'accomodi, e sia per esempio al 6, e congiunto questo numero con l'altro 42, averemo 48; sicchè pigliando l'intervallo tra i punti 48. 48, sarà trovata la linea D, il cui solido sarà eguale alli tre proposti A, B, C.

Estrazione della radice cuba.

Operazione XVIII.

Due modi differenti dichiareremo per l'investigazione della radice cuba di qualunque proposto numero. Il primo ci servirà per i numeri mediocri, e l'altro per i massimi: intendendo per numeri mediocri quelli dai quali tratte le unità, decine e centinaja, i numeri che restano non eccedono il 148; per l'estrazione della radice cuba dei quali, prima s'aggiusterà lo strumento con l'applicare trasversalmente alli punti 64 delle linee stereometriche il 40 preso

rettamente dalle linee aritmetiche, e fatto questo, leva le tre ultime note dal numero proposto, e piglia quel che resta dalle linee stereometriche trasversalmente, e misuralo rettamente sopra le aritmetiche, e quello che trovi sarà la radice cuba del numero proposto: come, v. g., cerchiamo la radice cuba di 80216; aggiustato come s'è detto lo strumento, e tolte via le tre ultime note resta 80; piglia dunque trasversalmente 80 dalle linee stereometriche, e misuralo rettamente sopra le aritmetiche, e troverai 43, quanta è la radice prossima del dato numero: e nota, che quando detratte le tre ultime note restasse più di 148, che è il maggior numero delle stereometriche, allora potrai operare per parti. Come, per esempio, si cerca la radice cuba di 185840, e perchè detratte le ultime tre note 840 resta 186 (dico 186 benchè resti 185, perchè le centinaja delle tre note detratte sono più di 5, cioè più di mezzo migliajo, onde pigliandolo per un migliajo intero, fo che quel che resta sia 186, cioè uno di più), che eccede il 148, piglieremo la sua metà, cioè 93, trasversalmente dalle stereometriche già aggiustate, e questo spazio preso si doverà stereometricamente duplicare, cioè applicarlo a qualche numero delle medesime stereometriche trasversalmente, del quale ne sia uno doppio; e questo preso pur trasversalmente, e misuratolo sopra la scala aritmetica, sarà la radice che si cercava. Stando dunque nell'esempio proposto, applicheremo lo spazio, tra li punti 93 già preso, v. g. al 40 delle linee stereometriche, pigliando poi l'80, che misurato sopra le linee aritmetiche ci mostrerà 57, ch'è la prossima radice del numero proposto. L'altro modo di operare per i numeri massimi sarà con aggiustare lo strumento applicando la distanza di 100 punti, presa rettamente dalle linee aritmetiche, al 100 delle stereometriche trasversalmente, e sarà aggiustato. Dipoi dal proposto numero devi levare le quattro ultime note, e il numero che resta prendere trasver-

salmente da esse linee stereometriche, e misurarlo rettamente sopra le aritmetiche; come per esempio, sendoci proposto il numero 1404988, avendo già accomodato lo strumento al modo detto, e detratte le quattro ultime note resta 140, il qual numero preso trasversalmente dalle linee stereometriche, e misurato rettamente sopra l' aritmetiche, ci darà 112, radice prossima del numero proposto; non ci scordando, che quando le tre note rimanenti importassero più di 148, numero maggiore delle nostre linee, si dee operare per parti, come nell' altra regola superiore fu avvertito.

Invenzione delle due medie proporzionali.

Operazione XIX.

Quando ci fossero proposti due numeri, o due linee misurate, tra le quali dovessimo trovare due altre medie proporzionali, potremo ciò eseguire facilmente col mezzo delle presenti linee, e ciò con questo esempio si farà chiaro. Dove ci vengano proposte le due linee A, D (Tav. X, Fig. 13), delle quali l' una sia per esempio 108 e l' altra 32, presa la maggiore con un Compasso, adattisi, aperto lo strumento, alli numeri 108. 108, e poi prendasi l' intervallo tra li punti 32. 32, il quale sarà la lunghezza della seconda linea B, che misurata con la medesima scala, con la quale furono misurate le proposte linee, si troverà esser 72; e per trovare la terza linea C, adattisi pure di nuovo sopra le medesime linee stereometriche la linea B alli punti 108. 108, e tornisi di nuovo a pigliare la distanza tra i punti 32. 32, che tale sarà la grandezza della terza linea C, e misurata sopra la medesima scala, si troverà esser punti 48: e notisi che non è necessario il prender prima la maggior linea, più che la minore, ma nell' uno e nell' altro modo operando, sempre si troverà l' istesso.

Come ogni solido parallelepipedo si possa col mezzo delle linee stereometriche ridurre in cubo.

OPERAZIONE XX.

Siaci proposto il solido parallelepipedo, le cui dimensioni siano diseguali, cioè 72, 32 e 84; cercasi il lato del cubo ad esso eguale. Piglia il medio properzionale frà 72 e 32 nel modo dichiarato di sopra nell'Operaz. XIV; cioè piglia 72 rettamente dalla scala aritmetica e buttalo trasversalmente al 72 delle linee geometriche; ma perchè non vanno tant'oltre, buttalo alla metà, cioè al 36, e subito prendi pur trasversalmente l'altro numero delle medesime linee, cioè 32, anzi pur per dir meglio, piglia la sua metà, cioè il 16 (avendo buttato il primo 72 alla sua metà parimente), e questo, che troverai, sarà, come è manifesto, il numero medio proporzionale tra 72 e 32: misuralo dunque sopra le linee aritmetiche, e lo troverai esser 48; onde lo butterai trasversalmente a questo medesimo numero 48 delle linee stereometriche, e senza muovere poi lo strumento, prendi pure trasversalmente il terzo numero del solido proposto, cioè l'84, e sarà finita l'operazione, perchè

DELLE LINEE METALLICHE

Operazione XXI.

Sono le presenti linee segnate con alcune divisioni, alle quali sono aggiunti questi caratteri *Or. Pi. Ar. Ra. Fe. Sta. Mar. Pie.*, che significano: oro, piombo, argento, rame, ferro, stagno, marmo, pietra; dalle quali si hanno le proporzioni e differenze di peso che si trovano fra le materie in esse notate, in guisa che, costituito lo strumento in qualsivoglia apertura, gl' intervalli, che cascano fra i punti l' uno all' altro corrispondenti, vengono ad esser diametri di palle, o lati d' altri corpi tra loro simili ed eguali di peso; cioè, che tanto sarà il peso di una palla d'oro, il cui diametro sia eguale alla distanza *Or. Or.*, quanto d'una di piombo, il cui diametro sia tra li punti *Pi. Pi.*, o una di marmo, il cui diametro sia tra li punti *Mar. Mar.* Da che possiamo in un istante venire in cognizione quanto grande si doveria far un corpo d' una delle soprannotate materie, acciò fosse in peso eguale ad un altro simile, ma di altra delle materie dette; la quale operazione addimanderemo trasmutazione della materia, come se, per esempio, la linea A (Tav. X, Fig. 11) fosse diametro d' una palla di stagno, e noi volessimo trovare il diametro d'un'altra d'oro, a quella in peso eguale; prenderemo con un Compasso la linea A, e questa applicata, aprendo lo strumento, alli punti *Sta. Sta.*, piglieremo immediatamente l' intervallo tra li punti *Or. Or.*, e tale sarà il diametro della palla di oro, cioè la linea B, eguale all'altra di stagno; e il medesimo intendasi di tutti gli altri corpi solidi e dell'altre materie notate. Ma se congiugneremo l' uso di queste linee con quello delle precedenti, ne caveremo molte comodità maggiori, come di sotto si dichiarerà; e prima

Con le Linee predette potremo ritrovar la proporzione che hanno in peso tra di loro tutti li metalli ed altre materie nelle Linee Metalliche notate.

OPERAZIONE XXII.

Vogliamo, per esempio, trovare qual proporzione abbiano fra di loro in peso questi due metalli argento ed oro; prendi con un Compasso la distanza tra il centro dello strumento ed il punto notato *Ar.*, e questa, aperto lo strumento, applica a qual più ti piace dei numeri delle linee stereometriche, e sia per esempio applicata alli punti 100. 100; dipoi, senza punto muovere lo strumento, piglia la distanza tra il centro del medesimo strumento ed il punto *Or.*, e questa vedi a che numero s'accomodi sopra le linee stereometriche, e trovato per esempio adattarsi alli punti 60. 60, dirai la proporzione del peso dell'oro a quello dell'argento esser in ispezie come 100 a 60. E nota che nell'operare, i diametri presi, ed applicati alle linee stereometriche, ti mostreranno la proporzione in peso dei loro metalli perpetuamente, cioè, come nell'addotto esempio s'è veduto, dal diametro dell'argento ti viene denotato il peso dell'oro, e da quello dell'oro il peso dell'argento, e così venghiamo ad intendere come l'oro è più grave dell'argento a ragione di 40 per 100, essendo che 40 è la differenza tra li due pesi ritrovati per l'oro e per l'argento. Dal che possiamo venir in cognizione della resoluzione d'un quesito molto bello, che è: propostaci qualsivoglia figura di una delle materie notate nelle linee metalliche, trovare quanta di un'altra delle dette materie ve ne bisognerà per formarne un'altra a quella eguale. Come, v. g., abbiamo una statua di marmo, vorremmo sapere quanto argento v'anderia per farne una della medesima grandezza; per lo che trovare, prima pesare quella di marmo, e sia il suo peso, v. g., 25 libbre; poi piglia la distanza tra il centro dello strumento e

il punto *Ar.*, che è la materia della statua futura, e questo applicherai, aprendo lo strumento, alle linee stereometriche, e al punto segnato col numero del peso della statua, cioè ai punti 25. 25; e, non movendo lo strumento, piglierai la distanza tra il centro e il punto *Mar.*, e questa vedrai a che numero pur trasversalmente delle linee stereometriche si accomodi, e trovato come s' adatti alli punti 96. 96, dirai 96 libbre d' argento esser necessarie per fare la statua eguale in grandezza all' altra di marmo.

Congiugnendo gli usi delle Linee Metalliche e Stereometriche, dati due lati di due solidi simili e di diverse materie, trovare qual proporzione abbino fra di loro detti solidi in peso.

Operazione XXIII.

È la linea A (Tav. X, Fig. 14) diametro d' una palla di rame, e la B diametro di una di ferro, e vogliamo sapere qual proporzione hanno fra di loro in peso. Prendi col Compasso la linea A, e aperto lo strumento applicala alli punti delle linee metalliche segnati *Ra. Ra.*, e senza alterare tale apertura prendi immediatamente la distanza tra i punti *Fe.Fe.*, che sarà quanto la linea X; la quale se sarà eguale alla B, diremo i due solidi A, B essere di peso eguali; ma trovata la X diseguale alla B, ed essendo diametro d' una palla di ferro eguale in peso all'A, è manifesta cosa, che la medesima differenza sarà tra le due palle A, B, che è tra X e B; e perchè X e B sono della medesima materia, troverassi la loro differenza facilmente con le linee stereometriche, come nell' Oper. XVI s' è dichiarato; cioè prenderemo la linea X e l' applicheremo, aprendo lo strumento, a qualche numero, come v. g. al 30, il che fatto, si considererà a quale s' aggiusti la linea B, e trovato p. e. al 10, diremo la palla di rame A esser tripla della palla di ferro B.

Il converso della precedente operazione si potrà con pari facilità con le medesime linee ritrovare; cioè come,

dati il peso e il diametro o lato d'una palla o altro solido di una delle materie notate sopra lo strumento, si possa trovare la grandezza d'un altro solido simile, e di qualunque altra delle dette materie, e che pesi qualsivoglia peso propostoci. Come per esempio: essendo la linea X diametro d'una palla di marmo che pesa 7 libbre, trovisi il diametro d'una di piombo che ne pesi 20. Qui si vede come dobbiamo fare due operazioni, l'una trasmutare il marmo in piombo, e l'altra crescere il peso di 7 fino al 20. L'operazione si farà con le linee metalliche, accomodando il diametro X ai punti del marmo trasversalmente, pigliando poi, senza muover lo strumento, l'intervallo tra li punti del piombo, che sarà la grandezza del solido di piombo, che peserebbe quanto il proposto di marmo, cioè libbre 7: ma perchè volevamo libbre 20, ricorreremo all'ajuto delle linee stereometriche, e applicato questo intervallo trasversalmente ai punti 7. 7, prenderemo subito la distanza pur trasversale tra li punti 20, che sarà eguale alla linea D, la quale senza dubbio verrà ad esser il lato della figura di piombo che peserà libbre 20.

Come queste Linee ci servono per calibro da bombardieri, accomodato universalmente a tutte le palle di qualsivoglia materia e a tutti i pesi.

Operazione XXIV.



accrescano o diminuiscano secondo le diverse materie. Inoltre è manifesto, che appresso diversi paesi s'usano diversi pesi, anzi che non solamente in ogni provincia, ma quasi in ogni città sono differenti; dal che ne seguita, che quel calibro, che fusse accomodato al peso d'un luogo, non potrà servirne al peso d'un altro, ma secondo che le libbre saranno maggiori o minori in uno che in un altro luogo, bisognerà che le divisioni del calibro ottengano maggiori o minori intervalli; dal che possiamo concludere, che un calibro, che si adatti ad ogni sorta di materia e ad ogni differenza di peso, bisogna che per necessità sia mutabile, cioè che si possa crescere e diminuire, e tale appunto è quello che nel nostro strumento vien segnato, perchè, aprendo più o meno, si crescono o diminuiscono gl'intervalli, che tra le divisioni di esso si ritrovano, senza punto alterar le loro proporzioni: e avendo tali cose in universale dichiarate, passeremo all'applicazione particolare di questo calibro a tutte le differenze di pesi e a tutte le materie diverse. E perchè non si può venire in cognizione d'alcuna cosa ignota senza il mezzo di qualche altra conosciuta, fa di mestiero che ci sia noto un solo diametro d'una palla di qualsivoglia materia e di qualsivoglia peso rispondente alle libbre, che nel paese dove vogliamo usare lo strumento si costumano: dal qual solo diametro verremo col mezzo del nostro calibro in cognizione del peso di qualsivoglia altra palla, e di qualunque altra materia, intendendo però delle materie sopra lo strumento notate; e il modo di conseguir tal cognizione faremo facilmente con un esempio manifesto. Supponghiamo, v. g., d'essere in Venezia, e di voler qui servirci del nostro calibro per riconoscer la portata di alcuni pezzi d'artiglieria; prima procureremo d'avere il diametro e il peso di una palla di alcuna delle materie sopra detto strumento segnate, e per esempio supporremo d'avere il

diametro d'una palla di piombo di libbre 10 al peso di Venezia, il qual diametro noteremo con due punti nella costa d'un'asta dello strumento: quando dunque vorremo accomodare e aggiustare il calibro in maniera, che presa la bocca d'un pezzo d'artiglieria, e trasportata sopra esso calibro, conosciamo quante libbre di palla di piombo essa porti, non dovremo far altro salvo che prender col Compasso quel diametro di 10 libbre di piombo, già sopra la costa dello strumento segnato, e aprir poi lo strumento tanto che detto diametro s'aggiusti a' punti delle linee stereometriche segnati 10. 10, le quali così aggiustate ci serviranno per calibro esattissimo; tal che preso il diametro della bocca di qualsivoglia artiglieria, e trasferitolo sopra detto calibro, dal numero dei punti, ai quali si adatterà, conosceremo quante libbre di palla di piombo porti la detta artiglieria. Ma se volessimo aggiustare lo strumento sì che il calibro rispondesse alle palle di ferro, allora prenderemo pur l'istesso diametro delle 10 libbre di piombo sopra la costa notato, e dipoi l'applicheremo a' punti delle linee metalliche segnati *Pi. Pi.*, e senza alterare lo strumento piglieremo con un Compasso l'intervallo tra' punti segnati *Fe. Fe.*, il quale sarà il diametro d'una palla di ferro di 10 libbre, e questo diametro, aprendo lo strumento, si applicherà a' punti

... insegnato; dove dato un diametro di
...alsivoglia peso e di qualunque materia,
...me si trovi il diametro d'un'altra d'ogni
... qualsivoglia altra materia, intendendo però
...aterie sopra le linee metalliche notate; tal
...i noi in qualsivoglia paese, purchè troviamo
...marmo, di pietra, o d'altra materia sopra lo
...nata, potremo in un subito investigare il dia-
...palla di piombo di 10 libbre di peso.

...ato un corpo di qualsivoglia materia, possiamo ritro-
...tte le misure particolari d'uno di altra materia, e che
... dato peso.

OPERAZIONE XXV.

...gli usi, che da queste medesime linee si possono
...uno è questo, col quale possiamo crescere o dimi-
... figure solide secondo qualsivoglia proporzione, non
...do, ovvero mutando la materia; il che dal seguente
...pio s'intenderà. Ci viene presentato un piccolo modello
...tiglieria fatto, v. g., di stagno, e noi abbiamo bisogno
...avare da tal modello tutte le misure particolari per un
...zo grande fatto di rame, e che pesi per esempio 5000
...ibbre.

Prima faremo pesare il piccolo modello di stagno, e sia il peso libbre 17. Dipoi prenderemo una delle sue misure qual più ci piacerà, e sia, v. g., la sua grossezza alla gioja, la quale applicheremo, aprendo lo strumento, alli punti *Sta. Sta.* delle linee metalliche (essendo questa la materia del modello propostoci), e perchè il pezzo grande debbe farsi di rame, prenderemo immediatamente la distanza tra li punti *Ra. Ra.*, la quale saria la grossezza della gioja d'una artiglieria di rame, quando quella dovesse pesare quanto l'altra di stagno; ma perchè deve pesare libbre 5000 e non 17 come l'altra, però ricorreremo alle linee stereometriche, sopra le

diametro d'una palla di piombo di libb[illegible]
Venezia, il qual diametro noteremo con [illegible]
costa d'un'asta dello strumento: quand[illegible]
accomodare e aggiustare il calibro in m[illegible]
la bocca d'un pezzo d'artiglieria, e tras[illegible]
calibro, conosciamo quante libbre di pa[illegible] la
porti, non dovremo far altro salvo ch[illegible]mente
passo quel diametro di 10 libbre di p[illegible]ia
costa dello strumento segnato, e ap[illegible]mo al
tanto che detto diametro s'aggiusti a[illegible] 100, il
reometriche segnati 10. 10, le quali [illegible]ezza, ch
viranno per calibro esattissimo; ta[illegible]nno tutt
della bocca di qualsivoglia artiglie[illegible]ome dell[illegible]
detto calibro, dal numero dei punti [illegible]
nosceremo quante libbre di palla [illegible] la lunghez[illegible]
artiglieria. Ma se volessimo aggi[illegible] il nostr[illegible]
il calibro rispondesse alle palle d[illegible], del picc[illegible]
pur l'istesso diametro delle 10 li[illegible] ma solo un[illegible]
sta notato, e dipoi l'applicherem[illegible] La quale
liche segnati *Pi. Pi.*, e senza alt[illegible] rappresenterà
con un Compasso l'intervallo [illegible] la lunghezza de[illegible]
quale sarà il diametro d'una p[illegible]
questo diametro, aprendo lo str[illegible] a qualcuno na[illegible]
delle linee stereometriche, se[illegible]iche, nel modo che
dette linee esquisitamente ac[illegible]ndo l'uno nell'altro
di ferro: con simile operazi[illegible] istesso in una allegazi[illegible]
pietra. E notisi, che occorre[illegible]o nell'esempio sopra[illegible]
strumento diversi diametri [illegible] di rame schietto, ma di[illegible]
di varj paesi, per fuggire [illegible] come anco comunemen[illegible]
diametri di palle di piom[illegible]a soddisfazione mostrere[illegible]
troveremo esser maggio[illegible] linee metalliche, ritrov[illegible]
delle libbre, e il segna[illegible]glia allegazione, non alt[illegible]
ritrovare attualmente pa[illegible] e ciò si farà con l'aggi[illegible]
non ci sarà difficile, p[illegible]pra le linee metalliche; dic[illegible]

o, di poi che ce
ato per esempio c
re, non di rame pur
dovesse esser gettat
e uno di stagno, allo
o dall'una quanto dall'a
a i punti segnati *Ra.* e *St*
se ne lascieranno verso
e quivi si farà il punto app
, come si disse, tanto nell'u
ca) ci serviremo per la trasm
menti che ci servimmo di sop
simil regola si potranno, secon
i punti di allegazioni di qualsiv
ndo qualsivoglia lega.
di proposito e senza comodo notabil
do s'abbia da fare la trasmutazione
gato di due altri secondo qualunque pr
, che quando si sia trovata una sola del
rcano, con l'operare con somma esquis
ichiarato di sopra, si potranno, in virtù
sura ritrovata, investigare poi tutte le alt
linee aritmetiche, con modo non molto di
lo, che nell'operazione terza fu dichiarat
pio: era la linea A (Tav. X, Fig. 15) il di
iamo dire la grossezza alla gioja del model
a propostoci, e si trovò la linea B per gro
gioja dell'artiglieria di libbre 5000 da farsi
tenga tre di rame e due di stagno. Dico ades
ar tutte l'altre dimensioni che restano, ci potr
e delle linee aritmetiche, pigliando la linea B
per traverso a che punto ci piace di esse lin
e quanto maggior numero piglieremo megl
l'applicheremo v. g. all'ultimo punto, cioè

quali applicheremo quell' intervallo pur ora preso tra li punti *Ra. Ra.* alli punti segnati 17. 17, e non movendo lo strumento piglieremo l' intervallo dei punti 100. 100, che saria la grossezza alla gioja d' un pezzo di 100 libbre di peso: ma noi vogliamo che sia di libbre 5000, però questa distanza si debbe augumentare secondo la proporzione quinquagecupla; onde, aprendo più lo strumento, la metteremo a qualche numero, del quale ve ne sia un altro 50 volte maggiore, come saria se l' applicassimo alli punti 2. 2, pigliando poi l'intervallo tra li punti 100. 100, il quale senza alcun dubbio sarà la misura della grossezza, che deve darsi alla gioja. E con tal ordine si troveranno tutte le misure particolari di tutti gli altri membri, come della gola, degli orecchioni, della culatta, ec.

Nè meno resteremo di ritrovare la lunghezza dell'artiglieria, ancorchè non possiamo aprire il nostro strumento fino a tanto spazio; e per trovarla, del piccolo modello non piglieremo l' intiera lunghezza, ma solo una sua parte, come saria l' ottava o la decima ec. La quale accresciuta con l'ordine pur ora dichiarato, ci rappresenterà in fine la ottava o decima parte di tutta la lunghezza dell'ariglieria grande.

Ma qui potria per avventura a qualcuno nascer dif-

picciolissimi, acciocchè ad arbitrio nostro, di poi che ce ne saremo serviti, possiamo cancellarli. E dato per esempio che il pezzo dell'artiglieria che vogliamo fare, non di rame puro, come di sopra si suppose, ma di bronzo dovesse esser gettato, la cui lega fusse per ogni terzo di rame uno di stagno, allora verremo con diligenza dividendo, tanto dall'una quanto dall'altra parte, quella breve linea che è tra i punti segnati *Ra.* e *Sta.* in quattro particelle, delle quali tre se ne lascieranno verso lo stagno e una sola verso il rame, e quivi si farà il punto apparente, del qual punto (segnato, come si disse, tanto nell'una quanto nell'altra linea metallica) ci serviremo per la trasmutazione del metallo, non altrimenti che ci servimmo di sopra dei punti *Ra. Ra.*: e con simil regola si potranno, secondo l'occorrenze, segnare nuovi punti di allegazioni di qualsivoglia due metalli, e secondo qualsivoglia lega.

Ma non saria fuori di proposito e senza comodo notabile, e in particolare quando s'abbia da fare la trasmutazione in metallo misto, e allegato di due altri secondo qualunque proporzione, l'avvertire, che quando si sia trovata una sola delle misure, che si ricercano, con l'operare con somma esquisitezza nel modo dichiarato di sopra, si potranno, in virtù di questa unica misura ritrovata, investigare poi tutte le altre con l'aiuto delle linee aritmetiche, con modo non molto differente da quello, che nell'operazione terza fu dichiarato; come per esempio: era la linea A (Tav. X, Fig. 15) il diametro, o vogliamo dire la grossezza alla gioja del modello dell'artiglieria propostoci, e si trovò la linea B per grossezza della gioja dell'artiglieria di libbre 5000 da farsi di metallo che tenga tre di rame e due di stagno. Dico adesso che per trovar tutte l'altre dimensioni che restano, ci potremo prevalere delle linee aritmetiche, pigliando la linea B e applicandola per traverso a che punto ci piace di esse linee aritmetiche, e quanto maggior numero piglieremo meglio sarà; laonde l'applicheremo v. g. all'ultimo punto, cioè al

250, e non movendo lo strumento
s'accomodi pur trasversalmente la lin
Dal che venghiamo in cognizione,
A del modello punti 44, quella ch
pezzo reale deve essere 250 dei
medesima proporzione ha da esse
altra misura. Onde per trovare, p
pezzo reale nella gola, prende
modello, ed applicala trasversal
nee aritmetiche, prendendo po
stanza fra li punti 250, che
dell'artiglieria grande. E col
tutte le altre misure.

In oltre per trovare facilis
sitezza la linea B prima, che
delli due metalli assegnati, si
cioè separatamente le due
l'una allo stagno, l'altra al
(Tav. X, Fig. 16), delle qu
al rame puro, e la CE al
loro sia la linea DE, la
porzione assegnata per
e 2 di stagnō, si taglierà
niera che la FE verso lo
rame parti 2, lo che si fa
que parti, lasciandone
nea CF sarà la nostra
linea B; secondo la ra
delle linee aritmetiche,
senza più ricorrere a
triche, nel modo che

...AGONICHE.

...e ogni altra figura
...l'una nell'altra.

...XXVIII.

...così dette dal loro uso
...le superficie regolari e
...facilissima operazione:
...quadrato eguale a un
...fare salvo che prendere
...metro, e a questo, aprendo
...punti delle linee tetrago-
...cerchietti, e non movendo
...Compasso l'intervallo tra
...segnati 4. 4, si averà il lato
...chio. E non altrimenti, quando
...o dell'esagono eguali al
...à la distanza tra i punti 5. 5,
...tali sono i lati del pentagono
...desimo cerchio.
...simo pel converso, dato un qua-
...lare, trovar un cerchio ad esso
...detto poligono e accomodatolo al
...iche rispondente al numero dei
...si prenderà, senza muover lo stru-
...te del cerchio, la quale fatta se-
...il cerchio eguale al dato poligono,
...est'ordine potrassi ritrovare il lato
...regolare eguale a qualunque altra
...dovendo noi costituire un ottangolo
...gono, s'aggiusterà lo strumento si che
...proposto s'accomodi ai punti 5. 5, e
...mento, l'intervallo fra li punti 8. 8
...angolo che si cercava.

...rse figure regolari, benchè tra di loro dissimili, ...i costituire una sola eguale a tutte quelle.

Operazione XXIX.

...ione del presente problema dipende dalla pre-...zione, e dalla X di sopra dichiarata, perciocc-...i, v. g., proposte queste figure, un cerchio, un ...un pentagono e un esagono, e imposto che tro-...quadrato eguale a tutte le dette figure; prima, per ...ne precedente, troveremo separatamente 4 quadrati ...le 4 dette figure; dipoi, col mezzo dell'Oper. X, tro-...un solo quadrato eguale a quelli 4, il quale senza ...ubbio sarà eguale alle 4 figure proposte.

...e si possa costituire qualsivoglia figura regolare eguale ad ogn'altra irregolare ma rettilinea figura proposta.

Operazione XXX.

La presente Operazione è non meno utile che curiosa, ...nsegnandoci il modo non pure di riquadrare tutte le superficie irregolari, ma di ridurle o in cerchio, o in qualsivoglia altra figura regolare; e perchè ogni rettilineo si risolve in triangoli, quando noi sapremo costituire un quadrato eguale a qualsivoglia triangolo, costituendo noi separatamente quadrati particolari eguali a ciaschedun triangolo, nei quali il rettilineo dato si risolve, e poi, con l'Oper. X, riducendo tutti questi quadrati in un solo, sarà, come è manifesto, ritrovato il quadrato eguale al proposto rettilineo; il qual quadrato col mezzo delle linee tetragoniche potremo ad arbitrio nostro convertire in un cerchio, in un pentagono, o in altra figura rettilinea regolare. Si è dunque la resoluzione del presente quesito ridotta a dover noi ritrovare un quadrato eguale a qualsivoglia triangolo proposto, il che con modo facilissimo si averà dal Lemma seguente.

Lemma per le cose dette di sopra.

OPERAZIONE XXXI.

Siaci dunque proposto di dover costituire un quadrato eguale al dato triangolo ABC (Tav. X, Fig. 17). Ponghansi da parte due linee ad angoli retti DF, FG; dipoi con un Compasso da quattro punte, che da una parte apra il doppio dell' altra, fermata nell' angolo A una delle maggiori aste, slarghisi l'altra fin che girata intorno rada la linea opposta BC; dipoi voltando il Compasso notisi con le aste più brevi la distanza FH, che sarà la metà della perpendicolare cadente dall' angolo A sopra il lato opposto BC: il che fatto, prendasi pure con le maggiori aste la linea BC, la quale si trasporti in FI, e fermata una delle maggiori aste nel punto I, slarghisi l'altra fino al punto H, e volgendo il Compasso, senza stringerlo o allargarlo, segnisi con le punte della metà la distanza IK, e fermata una di queste punte in K, taglisi con l'altra la perpendicolare FG nel punto L, e averemo la linea LF lato del quadrato eguale al triangolo ABC. Ma notisi, che sebbene abbiamo messa questa operazione fatta linealmente senza lo strumento, non è però che sopra lo strumento ancora non si possa facilissimamente ritrovare; imperocchè, quando vor-

:NEE AGGIUNTE

rti del cerchio e delle figure contenute :e, o da linee rette e curve insieme.

PERAZIONE XXXII.

ite le due Linee Aggiunte, così dette :lle linee tetragoniche quello che in esse ioè il modo di riquadrare le porzioni del figure che nel titolo si sono dette, e più tto si esplicheranno. Sono queste linee seni di numeri, dei quali l'esteriore cominnato con questa nota ♌, seguitando poi li fino in 18; l'altro ordine interiore comincia ♊, seguitando poi 1, 2, 3, 4 ec. pur fino delle quali linee potremo primamente rivoglia porzione di cerchio propostaci, la quale naggiore di mezzo cerchio; e l'uso, acciò mecon l'esempio s'esplicherà.

v. g. trovare il quadrato eguale alla porzione 3C (Tav. X, Fig. 18); dividasi la sua corda AC l punto D, e presa con un Compasso la di-s'accomodi, aprendo lo strumento, alli punti see lasciato lo strumento in tale stato, prendasi la porzione, cioè la linea DB, e vedasi a quale ell'ordine esteriore tale altezza s'accomodi, che mpio ai punti segnati 2. 2; il che fatto, dobbiamo npasso prender subito l'intervallo tra li punti 2. 2 interiore, e sopra una linea di questa grandezza iare il quadrato, che sarà eguale alla porzione ABC. avessimo una superficie contenuta da due porcerchio simile all'altra figura ABCD, potremo ridurla in quadrato tirando la corda AC, dalla

quale essa figura in due porzioni di cerchio vien divisa; di poi, per la regola posta di sopra, si troveranno due quadrati eguali alle due porzioni separate, e questi, con l'intervento dell'Operazione X, si ridurranno in un solo, e sarà fatto il tutto.

E con non dissimile operazione potrassi riquadrare ancora il settore del cerchio; perchè tirata la corda sotto la sua circonferenza, sarà tagliato in una porzione di cerchio e in un triangolo, le quali due parti, per le cose di sopra insegnate, potranno facilmente ridursi in due quadrati, e quelli poi in un solo.

Resta finalmente che mostriamo come le medesime linee ci possono servire per quadrare la porzione maggiore di mezzo cerchio, il trapezio contenuto da due rette e due curve, simile a quello della figura ABCD (Tav. X, Fig. 19), e la lunula simile alla X, le quali tutte operazioni hanno la medesima resoluzione; perchè, quanto alla porzione maggiore del cerchio, se noi quadreremo la rimanente porzione minore al modo di sopra insegnato, e tale quadrato caveremo dal quadrato eguale a tutto il cerchio, il quadrato eguale al rimanente sarà ancora, com'è manifesto, eguale alla maggior porzione del cerchio.

Parimente, di tutta la porzione BAFDC trovatone il

...I DEL QUADRANTE

...mento il Quadrante (Tav. IX,
...ua minore circonferenza abbiamo
...ri, divisa secondo il solito in pun-
...della quale è, che si metta una sua
...pezzo, avendo prima sospeso il filo col
...tro dello strumento, il qual filo ci mo-
...lla circonferenza, quanta elevazione abbia
...un punto o due o tre.
...usare la squadra in questa maniera non è
...dovendo, con l' uscir fuori dei gabbioni o ri-
...alla vista dell'inimico, perciò s'è pensato un
... far l'istesso con sicurtà, cioè con l'applicare
...presso al focone del pezzo. Ma perchè l' anima
...non è parallela con la superficie di fuori, essendo
...più grosso verso la culatta, bisogna supplire a tal
...n l'allungare quell'asta della squadra che riguarda
...gioja, aggiugnendovi la sua zanca mobile; il che
...aggiustando prima una sol volta il pezzo a livello,
...osando verso il focone la squadra, con la zanca al-
...remo il piede anteriore sin che il perpendicolo seghi
...to 6, e fermata la zanca con la sua vite, segneremo
...lineetta sopra la costa dello strumento, dove viene a
...minar la cassella della detta zanca, acciò in ogni occa-
...one la possiamo mettere a segno; e poi se vorremo dare
...un punto d'elevazione, bisognerà alzare il pezzo tanto che
il filo seghi il numero 7; se vorremo due punti, doverà se-
gar l' 8, ec.

La divisione che segue appresso è il Quadrante Astronomico, l'uso del quale, essendo stato trattato da altri, non sarà qui dichiarato altrimente.

L'altra circonferenza che segue appresso, e che si vede

divisa d'alcune lineė trasversali, è per prender l'inclinazione della scarpa di tutte le muraglie, cominciando da quelle che averanno per ogni 10 d'altezza uno di pendenza, fino a quelle che abbiano uno di pendenza per ogni uno e mezzo d'altezza.

Volendo servirci di tale strumento, dobbiamo sospendere il filo da quel piccolo foro, che si vede al principio della squadra de' bombardieri; dipoi accostandoci alla muraglia pendente gli applicheremo sopra la costa opposta dello strumento, avvertendo dove taglierà il filo; perchè segando, p. e., il numero 5, diremo quella tal muraglia aver per ogni 5 braccia d'altezza 1 di pendenza, e similmente tagliando il numero 4, diremo aver 1 di pendenza per ogni 4 d'altezza.

Diversi modi di misurar con la vista per mezzo del Quadrante (1).

L'ultima circonferenza divisa in 200 parti è una scala per misurar altezze, distanze e profondità col mezzo della vista. E prima, cominciando dall'altezze, mostreremo diverse maniere di misurarle, facendo principio dall'altezze perpendicolari, alla radice delle quali ci possiamo accostare. Come saria, se volessimo misurar l'altezza della torre AB (Tav. X, Fig. 20), venendo nel punto B, ci discosteremo verso C

all'occhio, come si vede nell'esempio proposto, quanti saranno detti punti, tanti passi (o altre delle misure che avremo misurate in terra) diremo contenere l'altezza AB.

Ma se il filo taglierà l'altro centinajo, come si vede nella seguente figura (Tav. X, Fig. 21), volendo misurar l'altezza GH, sendo l'occhio in I, dove il filo taglia i punti MO, allora, preso il numero di detti punti, divideremo per esso il numero 10000, e l'avvenimento sarà il numero delle misure che nell'altezza GH si conterranno: come v. g., se il filo avesse tagliato il punto 50, dividendo 10000 per 50 avremo 200, e tante saranno le misure dell'altezza GH.

E perchè abbiamo veduto che alle volte il filo segherà il centinajo opposto alla costa per la quale si traguarda, e talvolta ancora taglierà il centinajo contiguo a detta costa (e questo potrà avvenire in molte delle operazioni seguenti) però per regola universale s'avvertirà sempre, che quando il filo taglierà il primo centinajo contiguo a detta costa, si deve dividere 10000 pel numero tagliato dal filo, seguendo poi nel resto dell'operazione la regola che sarà scritta: perchè noi negli esempj seguenti supporremo sempre che il filo tagli l'altro centinajo.

« Ripigliando la prima figura, troveremo la ragione di » questo mezzo d'operare da questa dimostrazione. Considerinsi primamente i suoi triangoli. Il primo formato delli » due lati dello strumento DE e EI, e dal perpendicolo DI: » l'altro triangolo costituito dall'altezza AB, dalla distan» za BC, e dal raggio della vista CA, li quali triangoli sono » equiangoli, perchè li due angoli E, B sono retti, e perchè » il perpendicolo DI e l'altezza AB sono parallele, sopra le » quali casca il raggio ADC, e fa l'angolo CDI esteriore » eguale all'interiore CAB; ma il medesimo CDI è eguale » al suo coalterno DIE, onde l'angolo A è eguale all'angolo » DIE, ed il terzo rimanente EDI sarà eguale al rimanente » C, onde per la similitudine de' triangoli, quale proporzione

» ha la linea DE alla EI, la medesima averà la CB alla BA;
» e perchè la DE è nota, essendo cento punti, la IE è nota
» per esser i punti tagliati dal perpendicolo, la CB è nota,
» che sono li cento passi della lontananza; adunque sarà
» anco nota l'altezza BA, e come è manifesto, la BA con-
» terrà tante misure, delle quali la BC ne contiene cento,
» quanti saranno li punti tagliati nella linea EI.

» La seconda dimostrazione dell' altra operazione e
» della seconda figura sarà questa. Intendasi il perpendicolo
» MO prolungato, ed il lato LS parimenti prolungato, sicchè
» concorra col perpendicolo MO in S, e già, come di sopra si
» è detto, saranno li due triangoli MLS e IHG equiangoli, e
» qual proporzione ha la ML alla LS tale averà la IH alla HG;
» e perchè siccome ML contiene cento punti, e la IH cento
» passi, o tali misure, quanti punti sono in tutta la LS tante
» misure saranno in tutta la HG. Resta dunque che investi-
» ghiamo li numeri dei punti LS: però si considerino li due
» triangoli equiangoli OPM e MLS, dei quali li angoli P,
» L sono retti, li coalterni PMO e MSL eguali ec., onde
» come OP a PM così ML ad LS; e perchè di questi quattro
» numeri li tre primi OP, PM e ML sono noti, sarà il quarto
» parimenti noto per la regola aurea, multiplicando il secon-
» do PM per il terzo ML, che per esser l'uno e l'altro cento

dalle linee aritmetiche, e che trasversalmente s' accomodi al numero dei punti tagliati da esso perpendicolo, pigliando poi, pur trasversalmente, senza muover lo strumento, la distanza tra i punti 100, la quale misurata rettamente ci darà l' altezza cercata. Come, v. g., se il filo avesse tagliato a 77, pigliando dalle linee aritmetiche 100 rettamente, applicalo trasversalmente al 77, e subito prendi pur trasversalmente l' intervallo tra i punti 100, e torna a misurarlo rettamente, e troverai contenere punti 130, e tante misure dirai contenersi nell' altezza che misurar volevamo.

In altra maniera potremo misurar una simile altezza, senza obbligarci a misurar in terra le 100 misure, nel modo che si farà manifesto. Come se, per esempio, volessisimo dal punto C misurar l' altezza della torre AB (Tav. X, Fig. 22). Drizzando la costa dello strumento CDE alla sommità A, noteremo li punti tagliati dal filo EI, quali siano per esempio 80; dipoi, senza moverci di luogo, abbassando solamente lo strumento, traguarderemo qualche segno più basso che sia posto nella medesima torre, come saria il punto F, notando il numero dei punti tagliati dal filo, il quale sia, v. g. 5: vedasi poi quante volte questo minor numero 5 sia contenuto nell' altro 80 (che è 16 volte), e 16 volte diremo la distanza FB esser contenuta in tutta l' altezza BA. E perchè il punto B è basso, potremo tale altezza FB, con un' asta o altro, facilmente misurare, e così venir in cognizione dell' altezza BA; avvertendo che, nel misurar l' altezze, noi ritroviamo e misuriamo solamente l' altezze sopra l' orizonte del nostr' occhio, tal che quando detto occhio sarà più alto della radice o base della cosa misurata, bisognerà aggiugner all' altezza trovata per via dello strumento, quel tanto di più che l' occhio sopravanza detta radice.

« Troveremo facilmente la dimostrazione della pre-
» sente operazione così. Tirisi la linea LO, che tagli la

» linea HO eguale alla NI, e già avremo il triangolo ABC si-
» mile al triangolo ENI per la ragion precedente, e il triangolo
» CFB, per la medesima causa simile al triangolo LGH; onde,
» pigliando il triangolo OHL in luogo del triangolo INE, di-
» remo la linea HO alla HL aver la medesima proporzione,
» che la AB alla BC; e per la similitudine degli altri trian-
» goli LHG e CBF, come la LH alla HG, così essere la CB
» alla BF; e però per la proporzione eguale, e convertendo,
» come la prima HG alla seconda HO, così essere la terza FB
» alla quarta BA: ma sono le tre prime HG, HO e FB note,
» onde sarà nota anco la quarta BA; e quante volte la HG
» è contenuta nella HO, tante è manifesto la FB esser conte-
» nuta nella BA ».

Il terzo modo di misurar una simile altezza sarà con l'alzarci e abbassarci: come volendo misurar l'altezza AB (Tav. X, Fig. 23), costituendo lo strumento in qualche luogo elevato da terra, come saria nel punto F, traguarderemo secondo la costa EF il punto A, notando i punti GI tagliati dal filo, quali siano per esempio 65, dipoi scendendo al basso, e venendo perpendicolarmente sotto il punto F, come saria nel punto C, traguarderemo la medesima altezza secondo la costa DC, notando i punti LO, quali saranno più degli altri, come v. g. 70; dipoi prendasi la diffe-

» AB parallele, eguale all'interiore FAH; e però qual propor-
» zione ha la linea IG alla GF, tale ha la AH alla HF. Pon-
» gasi nell' altro triangolo COL la linea LI eguale alla IG,
» congiungendosi la CI, sarà dunque come IL ad LC, così AH
» ad HF, cioè a BC; e per l'istessa ragione per la similitu-
» dine de' triangoli CLO, CBA, come CL ad LO, così CB a BA;
» e come fu CL ad LI, così CB ad HA; adunque *ex aequali*,
» come IL ad LO, così HA ad AB, e per la conversion della
» proporzione, come LO ad OI, così AB a BH; onde, come si
» è detto di sopra nell'operazione, quante volte la LO è mul-
» tiplice della OI, che è la differenza tra li punti OL e IG,
» tante volte l'altezza AB sarà multiplice della BH; e perchè
» sono li punti OL e la detta differenza OI noti, e la HB
» parimente nota, sarà altresì nota l' altezza BA ».

E volendo noi misurar un' altezza, la cui radice non si vedesse, come saria l' altezza del monte AB (Tav. X, Fig. 24), sendo nel punto C, traguarderemo la sommità A, notanto i punti I tagliati dal perpendicolo DI, i quali siano per esempio 20, dipoi accostandoci verso il monte 100 passi innanzi, venendo nel punto E, traguarderemo l' istessa sommità notando i punti F, i quali siano 22, il che fatto debbonsi multiplicare tra loro questi due numeri 20 e 22, che fanno 440, e questo si divida per la differenza delli medesimi numeri, cioè per 2, onde ne viene 220, e tanti passi diremo esser alto il monte.

« Per assegnare la dimostrazione di questa operazione,
» intendasi dal punto E la linea perpendicolare all'orizzonte
» EL, che sarà parallela alla BA, e pongasi la KO eguale
» alla HI congiungendo la GO sì che il triangolo GKO sia
» l' istesso che il triangolo DHI; e perchè le due linee DI
» e LE sono parallele, l' angolo interiore CLE sarà eguale
» all'esteriore CDI, e questo è eguale al coalterno DIH; onde
» i due triangoli CLE, DHI, dei quali gli altri due angoli H,
» E sono retti, saranno simili, e qual proporzione ha la IH

» alla HD, tale averà la LE alla EC; e perchè nella DH sono
» 100 punti, e nella CE 100 passi, quanti punti sono nella HI,
» tanti passi saranno nella LE, sicchè la LE è nota. In oltre
» essendo il triangolo DHI per la medesima ragione simile al
» triangolo CBA, e l'istesso col triangolo GKO, qual propor-
» zione ha la OK alla KG, tale averà AB a BC. Ed essendo
» parimente il triangolo GKF simile al triangolo EBA, sarà
» come GK a KF, così EB a BA; adunque, *ex aequali*, nella
» proporzione perturbata, come OK a KF, così sarà EB a BC,
» e per la conversion della proporzione, come KF ad FO,
» così BC a CE: ma per la similitudine de' triangoli ABC
» e LEC, come BC a CE, così AB a LE, onde come KF a FO,
» così AB a LE, e convertendo come OF a FK, così LE a BA:
» e sono le tre prime OF, FK, LE note; onde moltiplicando
» la seconda FK per la terza LE, le cui parti sono, come si
» dimostrò, secondo il numero dei punti KO, e dividendo il
» prodotto per FO, differenza delli due numeri FK, IH, si ave-
» rà l'altezza AB ».

Il computo poi si troverà sopra lo strumento, pigliando il minor numero dei punti tagliati rettamente sopra le linee aritmetiche, e applicandolo poi trasversalmente alla differenza delli due numeri dei punti, pigliando inoltre trasversalmente l'altro numero dei punti, il quale misurato retta-

sommità della torre A, notando i punti tagliati dal filo EI, li quali siano, v. g., 18, poi, lasciando un'asta piantata nel punto D, venghiamo avanti sin tanto che, traguardando la base della torre, cioè il punto B, il perpendicolo GO tagli il medesimo numero 18, il che sia quando saremo venuti al punto F, dipoi misurinsi i passi tra le due stazioni D ed F, quali siano p. e. 130, e questo numero si multiplichi per i 18 punti, ne verrà 2340, il qual numero si divida per 100, ne viene 23 e due quinti, e tanti passi sarà alta la torre AB.

« Dimostreremo la verità di questa operazione così.
» Intendasi la linea FH perpendicolare all'orizzonte, e con-
» seguentemente parallela alla AB, e perchè per la ope-
» razione li due triangoli EIL e GOM sono l'istesso, li
» due BFC e HDF, simili a quelli, saranno ancora tra di
» loro simili, e l'angolo GFC eguale all'angolo D, e però le
» due linee DA e FB equidistanti, e il quadrilatero HFBA
» parallelogrammo, e i lati opposti HF, AB eguali; e perchè
» li due triangoli ELI e DFH sono simili per le ragioni più
» volte di sopra addotte, sarà come EL a LI, così DF a FH,
» onde moltiplicandosi LI numero dei punti per DF numero
» dei passi, e dividendo il prodotto per i punti di EL, si averà
» l'altezza HF, e per conseguenza la AB ».

Il computo sopra lo strumento si farà col pigliare rettamente il numero dei passi, o quello dei punti, applicandolo poi trasversalmente al 100, prendendo poi l'altro pur trasversalmente, e misurandolo rettamente. Come se, v. g., i punti fossero stati 64 e i passi 146, preso 64 rettamente, e applicatolo trasversalmente al 100, e preso poi trasversalmente 146, e misuratolo rettamente, ci darà 93 e mezzo in circa, quanta è l'altezza che si cercava.

Quanto alle profondità, due modi averemo per misurarle, e il primo sarà per misurar la profondità contenuta tra le linee parallele, come saria la profondità d'un pozzo, ovvero l'altezza d'una torre, quando noi fussimo sopra di essa, come

per esempio: sia un pozzo ABCD (Tav. X, Fig. 26) contenuto tra le linee parallele AC, DB, e voltando l'angolo dello strumento verso l'occhio E, si traguardi secondo la costa EF, in maniera che il raggio della vista passi per li punti BC, notando il numero tagliato dal filo, il quale sia, verbi grazia, 5, e poi si consideri quante volte questo numero 5 entra in 100, e tante volte diremo la larghezza BA esser contenuta nella profondità BD.

« La dimostrazione sarà manifesta considerando li due » triangoli EGF e BAC equiangoli, per essere gli angoli alli » punti F, A retti, ed il coalterno FEG eguale allo ACB, onde » qual proporzione ha la linea GF alla FE, tale averà la BA » alla AC, dal che è manifesto il proposito ».

L'altro modo sarà per misurar una profondità, della quale non si vedesse la radice, come se fussimo sopra il monte BA (Tav. X, Fig. 27), e volessimo misurare la sua altezza sopra il piano della campagna: in tal caso alziamoci sopra il monte salendo sopra qualche casa, torre o albero, come si vede nella presente figura, e costituendo l'occhio nel punto F, traguarderemo qualche segno posto nella campagna, come si vede pel punto C, notando i punti tagliati dal filo FG, che siano, v. g., 32; dipoi scendendo nel punto D traguardisi il medesimo segno C con la costa DE, notando parimente i punti AI, che siano 30; e presa la differenza di questi due numeri, cioè 2, vedasi quante volte entra nel minor delli due numeri, e veduto che vi entra 15 volte, diremo, l'altezza del monte essere 15 volte più dell'altezza FD, la quale potendola noi misurare, ci farà venire in notizia di quanto cercavamo.

« Per dimostrare la verità di questa operazione, pongasi » la linea HS eguale alla IA; e congiungasi la FS sì che il » triangolo FHS sia il medesimo che il DAI; e perchè nelli » due triangoli FHG e CBF, li angoli H, B sono retti, e l'an- » golo FGH è eguale al coalterno BFC, sarà come GH ad HF,

» così FB a BC; e per la medesima ragione nelli altri due
» triangoli DAI e CDB, come DI a IA, cioè come FH ad HS,
» così CB a BD: adunque *ex aequali* come GH ad HS, così
» FB a BD, e dividendo, come GS ad SH, così FD a DB; adun-
» que quante volte la GS, differenza tra li punti GH e AI, è
» contenuta nelli punti AI, tante volte il filo FD è contenuto
» nell' altezza DB ».

Passando a misurar le distanze, come saria una larghezza d' un fiume, venendo sopra la ripa, o altro luogo eminente, siccome nell' esempio si vede, nel qual volendo noi misurar la larghezza CB (Tav. X, Fig. 28), venendo nel punto A, traguarderemo con la costa AF l'estremità B, notando i punti DE, tagliati dal perpendicolo, quali siano v. g. 5, e quante volte questo numero entra in 100, tante volte diremo l' altezza AC, entrare nella larghezza CB: misurando dunque quanta sia tale altezza AC, e pigliandola 20 volte, averemo la larghezza cercata.

« La dimostrazione della presente operazione è chia-
» rissima, per esser li due triangoli ADE e ACB simili; im-
» perciocchè li angoli D, C sono retti, e l'angolo DEA è
» eguale al coalterno CAB, onde come ED a DA, così AC
» a CB; dal che è manifesto il proposito ».

Possiamo in altro modo misurare una simile distanza: come, per esempio, sendo noi nel punto A (Tav. X, Fig. 29) vogliamo trovare la distanza fino al punto B: costituiscasi lo strumento in piano, e una delle sue coste sia drizzata verso il punto B, e secondo la drittura dell' altra costa traguardisi verso il punto C, misurando sopra la drittura AC 100 passi, o altre misure, e lascisi piantata nel punto A un'asta, e un'altra si ponga nel punto C: dipoi venendo nel punto C si drizzi una costa dello strumento verso A, e per l'angolo C si traguardi il medesimo segno B, notando sopra il Quadrante qual punto venga segato dal raggio della vista, che sia il punto E, e preso tal numero dividasi per

esso 10000, e quello che ne verrà sarà il numero dei passi, o altre misure, che saranno tra il punto A e il segno B.

« La dimostrazione è evidentissima. Imperciocchè sendo » li angoli BAC e DCA retti, saranno le linee AB e CD pa- » rallele, e l'angolo ABC eguale al coalterno DCE, e li due » retti D, A eguali; onde qual proporzione ha la ED alla DC, » tale averà la CA alla AB, e sono le tre prime ED, DC, » CA note, onde sarà nota la quarta AB moltiplicando li due » numeri DC e CA, che sono ambedue cento, ed il prodotto, » che è 10000, dividendolo per ED ».

Ma quando non ci fusse permesso di poter muoverci le 100 misure sopra una linea, che facesse angolo retto col primo traguardo, in tal caso procederemo altrimenti, come, v. g., essendo noi nel punto A (Tav. X, Fig. 30), e volendo pigliare la distanza AB, nè potendo camminare per altra strada, che per la AE, la quale con la dirittura AB fa angolo acuto, per conseguire ad ogni modo il nostro intento aggiusteremo una costa dello strumento prima alla strada, come si vede per la linea AE, e senza mover lo strumento traguarderemo per l'angolo A il punto B, notando i punti tagliati dal raggio AD, quali siano per esempio 60; dipoi lasciando nel punto A un'asta, ne faremo mettere sopra la linea AE un'altra lontana 100 passi, quale sia nel punto F, dove costituiremo l'angolo dello strumento, aggiustando la costa EF all'asta A, e per l'angolo F traguarderemo il medesimo segno B, notando i punti GI, quali siano, v. g., 48: volendo dunque da questi numeri 60 e 48 trovare la lontananza AB, multiplica il primo in sè stesso, fa 3600, aggiugnili poi 10000, fa 13600, e di questo numero piglia la radice quadrata che sarà 117 in circa, e questa multiplica per 100, che fa 11700, e finalmente dividi questo numero per la differenza delli due primi numeri 60 e 48, cioè per 12, ne verrà 975, e tanti passi senza alcun dubbio sarà la distanza AB.

« Per trovare la ragione della presente operazione, pon-
» gasi la linea GO eguale alla LD, e congiungasi la FO, sic-
» chè il triangolo LDA sia l'istesso col triangolo GFO, e l'an-
» golo DAE eguale all'angolo OFE, onde le linee AB e FO
» saranno parallele, sopra le quali cadendo la BF farà li
» angoli ABF e IFO coalterni eguali, e per essere l'este-
» riore OFE, come si è detto, eguale all'interiore BAF e al
» coalterno OIF, sarà ancora l'angolo IOF eguale all'an-
» golo BAF, e li due triangoli IOF e AFB saranno equian-
» goli; e però come IO a OF, così sarà FA ad AB; ma la IO
» è nota per essere la differenza tra li punti LD e GI, la OF
» si farà nota, come diremo appresso, la FA è nota per esser
» cento misure; onde sarà nota la AB, che si cerca. E per
» sapere la FO, considerisi il triangolo rettangolo OGF, nel
» quale il quadrato della FO è eguale alli due quadrati delli
» altri lati FG e GO, e perchè GO è numero noto, pigliando
» il suo quadrato, e aggiungendoli 10000, che è il quadrato
» di tutto il lato GF, averemo la somma delli due quadrati OG
» e GF, che sono quanto il quadrato FO, e però presa la ra-
» dice di tal somma, averemo la linea OF, la quale moltipli-
» cata per cento, cioè per FA, e diviso il prodotto per il nu-
» mero di IO, averemo la distanza cercata AB ».

Troverassi la calculazione di questa operazione sopra lo strumento, come nel sottoposto esempio s'espone. Siano, v. g., i punti tagliati dai due raggi, l'uno 74 e l'altro 38; per trovare il detto computo aggiusta prima lo strumento sì che le linee aritmetiche siano tra di loro ad angoli retti, il che farai col prendere 100 punti rettamente da esse, e questi applicare col Compasso alle medesime trasversalmente, in maniera che posta una delle aste nel punto 80, l'altra caschi nel 60, e questa regola d'aggiustare le dette linee a squadra si tenga a memoria per altri bisogni: fatto questo prendi la distanza trasversale tra il punto 100, e il maggior dei due numeri tagliati dai raggi, che qui è 74;

la qual distanza presa, devi aggiustare trasversalmente alla differenza dei due numeri dei punti tagliati dai raggi, che qui è 38, e se non potessi per la piccolezza di questo numero, serviti del suo doppio, triplo o quadruplo; e qui per esempio applicala al suo triplo, che è 114, e immediatamente piglia la distanza pur trasversale tra li punti 100, la quale misurata rettamente, e presa una, due, tre o quattro volte, ti darà la distanza cercata. Misurala dunque nel presente esempio, e troverai la 109, sì che triplicata ti darà 327, quanta prossimamente è la distanza che misurar volevamo.

Seguita che veggiamo il modo di misurar l' intervallo tra due luoghi da noi lontani, e prima diremo del modo quando da qualche sito potessimo vederli ambidue per la medesima linea retta, come mostra il presente esempio; nel quale volendo noi misurar l' intervallo tra i punti B e A (Tav. X, Fig. 31) stando nel punto C, di dove appariscono per la medesima linea CBA, prima, aggiustata un'asta dello strumento a tale dirittura, si traguarderà per l'altra verso D, dove pianteremo un' asta lontana dal punto C 100 misure, avendone una simile piantata nel punto C, e venendo al luogo D, aggiusteremo una costa dello strumento alla dirittura DC, traguardando per l' angolo D li due luoghi B, A,

ghi C, D (Tav. X, Fig. 32), non potessimo venire in sito tale, che l'uno e l'altro ci apparisse per la medesima dirittura, in questo caso procederemo come appresso si dirà. Sia dunque, che stando noi nel luogo A, vogliamo investigare la lontananza tra i due luoghi C, D. Prima aggiustata una costa dello strumento al punto C, come si vede per la linea AEC, traguardisi per l'angolo l'altro punto D, notando i punti EF, tagliati dal raggio AFD, che siano, v. g., 20, e senza muover lo strumento, si traguardi per l'altra costa verso il punto B, lasciando in A un'asta, e un'altra facendone porre sopra la dirittura AB, dipoi camminando per tale dirittura verremo in B, discostandoci dall'altr'asta tanto, che ricostituita una costa dello strumento sopra la linea BA, l'altra costa ferisca il punto D, come apparisce per la linea BD, e dall'angolo B traguarderemo il punto C, notando il numero tagliato dal raggio BG, che sia, v. g., 15; finalmente si misureranno i passi tra le due stazioni A, B, quali siano, per esempio, 160, e venendo all'operazione aritmetica, prima si multiplicherà il numero dei passi tra le due stazioni, cioè 160 per 100, che fa 16000, e questo si debbe divider per i due numeri dei punti separatamente, cioè per 20 e per 15, e ne verranno i due numeri 800 e 1067, dei quali se ne dee pigliar la differenza, che è 267, e questa si dee multiplicar in sè stessa, e fa 71289, e questo numero si deve aggiugnere al quadrato del numero dei passi, cioè di 160, che è 25600, e in tutto farà 96889, del qual numero si debbe prendere la radice quadrata, che è 311; e tanti passi diremo esser tra li due luoghi C, D.

« Quanto alla dimostrazione, essendo EFA eguale al
» coalterno DAB, ed il retto E eguale al retto B, sono li
» due triangoli FEA e ABD simili; onde come FE ad EA
» così AB a BD, onde multiplicando EA per AB, e divi-
» dendo il prodotto per EF, ne viene la distanza BD; e per
» la medesima ragione dividendo il prodotto DHB in BA per

» GH ne viene la distanza AC: sendo dunque le due distanze » DB a CA note, intendasi la linea DI parallela alla BA, sarà » la CI nota, che è la differenza tra le due CA e DB; e per- » chè l'angolo I è retto, nel triangolo rettangolo CID il qua- » drato CD sarà eguale alli due quadrati CI e ID; ma la ID è » eguale alla AB, lati opposti nel parallelogrammo, onde mol- » tiplicando li dui numeri CI e ID ciascheduno in sè stesso, e » congiungendo li due prodotti, averemo il quadrato della CD, » la cui radice sarà finalmente la distanza cercata CD ».

Come poi si possa ritrovare il computo sopra lo strumento, faremo col sottoposto esempio manifesto. Siano, v. g., li due numeri tagliati dai raggi 60 e 34, e il numero dei passi 116, e venendo all'operazione: prendi sempre 100 dalle linee aritmetiche rettamente, e applicalo trasversalmente al maggior numero dei due tagliati dai raggi, che qui è 60, e subito prendi pur trasversalmente il numero dei passi, che qui è 116, e questo intervallo accomoderai trasversalmente all'altro numero dei raggi, che qui è 34, e se non puoi, applicalo al suo doppio, triplo, quadruplo, o quello che più ti tornerà comodo: sia per ora al suo quadruplo, cioè al 136, il che fatto, prendi trasversalmente il numero, che è la differenza tra li due numeri dei raggi, che qui è 26, o pure piglia il suo doppio, triplo o quadruplo, se-

maniera che ricerca la passata operazione, potremo pure nondimeno trovare la lontananza tra due luoghi da noi distanti in altra maniera, e il modo sarà tale. Sendo noi per esempio nel punto C (Tav. X, Fig. 33), e volendo ritrovar la distanza tra i due luoghi A, B, prima secondo alcuno dei modi dichiarati di sopra misuriamo separatamente le distanze tra il punto C e l'A, e l'altra tra l'istesso C ed il punto B, e sia, per esempio, la prima passi 850, e l'altra 530, e venendo nel segno C, aggiustando una costa dello strumento al punto A, come si vede per la linea CDA, traguardisi per l'angolo C l'altro termine B, notando il numero dei punti DE tagliati dal raggio, che siano, v. g, 15; multiplica poi questo numero in sè stesso, fa 225, ed a questo aggiugni 10000, fa 10225, del quale prendi la radice quadrata, che è 101; multiplica poi la minor distanza, cioè 530, per 100, fa 53000, il quale si divida per la radice pur ora trovata, ne viene 525, e questo multiplica per la maggior distanza, cioè per 850, fa 446250, il qual numero deve esser finalmente duplicato e fa 892500; dipoi debbonsi multiplicar separatamente le due distanze ciascuna in sè stessa, che fanno 722500 e 280900; questi numeri si debbono congiugnere insieme e fanno 1003400; dal qual numero cavando quel duplicato di sopra, cioè 892500, resterà 110900, la cui radice, che è 347, sarà la distanza desiderata tra i due luoghi A, B.

« Per dimostrare la ragione della precedente operazio-
» ne, intendiamo dal punto B essere la BF perpendicolare
» alla AC, sarà parallela alla DE, ed il triangolo FCB equi-
» angolo al triangolo DCE, e come la EC alla CD, così la
» BC alla CF; ma sono le tre EC, CD e BC note, onde sarà
» nota la CF: dico essere la CE nota, imperciocchè il suo
» quadrato è eguale alli due quadrati CD e DE, li quali sono
» noti. E però moltiplicando il numero DC per CB, e dividendo
» il prodotto per EC, si averà la linea CF. Ora considerisi il

» triangolo ACB, che ha l'angolo ACB acuto, onde, per la pro-
» posizione decimaterza del secondo libro di Euclide, il qua-
» drato della linea AB è minore delli due quadrati delle due
» linee AC e CB quanto è il rettangolo contenuto due volte
» da AC in CF, e però si deve moltiplicare AC per CF, e du-
» plicare il prodotto, e questo duplicato cavare dalla somma
» delli due quadrati de'numeri AC e CB, e quello che resta
» sarà eguale al quadrato del numero AB; onde pigliandone
» la sua radice quadrata si averà essa distanza BA, che è
» quello che si cercava ».

Con notabil diminuzione di fatica potremo fare il computo presente sopra le linee aritmetiche, e il modo si farà con un esempio manifesto. Pongasi che la maggior distanza sia stata passi 230, e la minore 104, e il numero dei punti tagliati dal raggio 58. Metti le linee aritmetiche a squadra, e posta un'asta del Compasso nel punto 100, slarga l'altra in traverso fino al numero dei punti tagliati, che qui è 58, e considera quanto è questo spazio misurato rettamente, e lo troverai esser prossimamente 116, il che salva in mente. Piglia poi rettamente il detto numero 58, che fu dei punti tagliati dal raggio, e apri lo strumento finchè questa distanza s'aggiusti in traverso tra il punto 100 e quello del 116 che salvasti in mente; e non movendo più lo strumento prendi

Ma non solamente avrei potuto diffondermi più assai nelle regole del misurar con la vista, ma molto e molto più ampliarmi nel mostrare la resoluzione, posso dire, d'infiniti altri problemi di geometria e di aritmetica, i quali con le altre linee del nostro strumento risolver si possono; poichè quanti ne sono tra gli elementi di Euclide, e in molti altri autori, vengono da me con brevissime e facilissime maniere risoluti: ma come da principio si è detto, la mia presente intenzione è stata di parlar con persone militari solamente, e di pochissime altre cose fuori di quelle che a simili professori appartengono, riservandomi in altra occasione a pubblicare, insieme con la fabbrica dello strumento, una più ampla descrizione de'suoi usi.

Si non solamente avrei potuto dimostrarvi con esso tutte le regole del misurar con la vista, ma molto e molto più diffusamente nel misurare la costruzione, posso dire, d'infiniti altri problemi di geometria e di aritmetica, i quali con le altre linee del nostro strumento risolver si possono; perchè quanti ne sono fra gli elementi di Euclide, e in molti altri autori, vengono da me con brevissime e facilissime maniere risoluti: ma come da principio si è detto, la mia presente intenzione è stata di parlar con persone militari solamente, e di restringermi solo a quei soli problemi che a simili professioni appartengano, riserbandomi in altra occasione a pubblicarli, insieme con la fabbrica dello strumento, una più ampia descrizione di tutti gli usi.

USUS ET FABRICA

CIRCINI CUJUSDAM PROPORTIONIS,

PER QUEM OMNIA FERE TUM EUCLIDIS, TUM MATHEMATICORUM OMNIUM PROBLEMATA FACILI NEGOTIO RESOLVUNTUR,

OPERA ET STUDIO

BALTHASARIS CAPRÆ

NOBILIS MEDIOLANENSIS EXPLICATA (1).

(1) Il Tomo XI della Parte II dei Codici Galileiani contiene un esemplare di questo libro del Capra corredato di postille marginali autografe di Galileo, parte latine e parte italiane, le quali gli servirono di preparazione a quella parte della Difesa, che risguarda i plagi e gli errori del suo avversario; onde non ne vengono qui da noi riportate ai luoghi loro che alcune più calzanti e caratteristiche, le quali ci è parso dover piacere al lettore d'aver speditamente sott'occhio, anziché rintracciarle nella Difesa medesima.

ILLUSTRISSIMO PRINCIPI AC DOMINO DOMINO

JOACHIMO ERNESTO

Marchioni Brandenburgensi, Borussiae, Stetini, Pomeraniae, Cassubriorum, Wandalorum, et Silesiae Duci in Crossn et Jegerndorff etc., Burgravio Norimbergensi, et Principi Rugiae, etc. Domino suo Clementissimo S. P.

Philippo Macedone Graeciam occupante, Illustrissime Princeps, memoriae proditum est, cum Corinthum clarissimam in faucibus Peloponnesi urbem oppugnaret, Corinthios omnes ad obsidionem ejusmodi repellendam, multiplici bellicarum rerum opere fuisse occupatos: ii namque arma parabant, alii urbem muris ac vallis muniebant, illi lapides apportabant, alii aliud quid utile subministrabant; Diogenes vero sinopeius cognomento Cynicus, eo tempore Corinthum inhabitans, in tanto rerum tumulto cum quid ageret nil certi haberet (sua namque opera nullus aliqua in re utebatur), veste sua accinctus, in quo morabatur, doliolum circumquaque volutare festinabat. Interroganti vero amico quamobrem illud ageret, respondisse fertur: Voluto et ego dolium, ne unus ipse solus inter tot negotiosos viros ociosus hodie deprehendatur. Ego quoque in hoc clamoso seculo (Diogenis exemplo) cum omnes Philosophos, Medicos, atque Jurisperitos maxime occupatos videam, ne solus silentii crimine plectendus sim, dolium volutare tentabo, et ni me mea fallit opinio, longe aliter ac Diogenes fecerit: ille enim per dolii volutationem quasi per enigma quoddam concives suos docere tentavit, ego vero, ut quantum in me est, omnibus prodesse possim, totius Geometriae compendium quoddam volutandum prae manibus accipio; de cujus quidem praestantia si verba facere vellem, Illustrissime Princeps, Mathematicae mihi disciplinae laudandae essent, sicque nuncupatoria epistola in immensum excresceret. Verum enim vero neque mea sunt rudi et inornata oratione dehonestanda, quae vel solo nomine per se satis laudantur, neque Illustrissimus Princeps est prolixiore sermone detinendus. Quare, his relictis, ad propositum meum magis accedens, cum satis diu fabricam et usus hujus Circini proportionis, quem non immerito totius Geometriae compendium nominavi, volutassem, tandem ut sub C. T. nomine in publicum prodiret, decrevi. Sed quoniam mirabitur procul dubio quilibet, quod ego Italus inter tot Italiae Principes exterum, cui hunc librum dicarem, elegerim, ideo ut ejus rei causam reddere possim, altius aliquomodo mihi exordiendum erit. Cum primum itaque ex humanarum literarum Academia ad logicalem, physicamque scientiam, Patris jussu, capescendam, in Gymnasio Patavino, non solum propter Professorum doctrinam, sed etiam propter exterarum Nationum frequentiam, amplissi-

mo, me contulissem, observaremque philosophiae parentes Platonem et Aristotelem abditiora philosophiae arcana per mathematicas demonstrationes nobis proponere, cumque tandem Medicorum dogmata perlustrans incidissem in locum Hippocratis libro de aere, et aqua, et regione dicentis: si ex altissimis consideraveris, invenies Astrologiam non esse minimam partem Medicinae; tandem eo redactus sum, ut totis viribus mihi mathematicas disciplinas comparandas esse crediderim. Illo eodem tempore, praeter omnem expectationem, inter alios Germanos, quos mei amantissimos esse non semel expertus sum, accessit Simon Marius Guntzenhusanus; is illa qua praeditus est humanitate, et rerum mathematicarum cognitione, quae animus meus maxime desiderabat, adeo concinne, et miro ordine exposuit, ut si verum dicere fas est, mihi potius mirandum sit propter hominis industriam, quam laetandum propter jam adeptam scientiam. Cum itaque hic, licet imperfectus, sit praestantissimi viri culturae fructus, jure ille tibi Illustriss. Principi debetur, qui qua es erga studiosos omnes benevolentia praeditus, munificentissimos sumptus dicto Simoni suppeditans, ut et ipse suam scientiam apud Italos ostenderet, et ego, quod maxime desiderabam, consequerer, effecisti. Accedat, quod cum, dicto Simone narrante, singulares C. T. animi dotes percepissem, non potui non maxime me tibi devictum profiteri. Sapientissime enim Philosophorum sapientissimus Plato pronuntiavit, felicissime actum iri cum Regno, ubi vel Rex ipse philosopharetur, ac doctrina animum suum excoleret, vel sapientes et eruditos homines constitueret, qui totius Regni administrationem fidelissime et sapientissime gererent; quod utrumque effectum abs te miro applausu, et Gentium omnium acclamatione, omnes testantur. Quare cui haec magis offerrem, quam tibi, ex omnibus quos Sol hic vidit unquam de literis et literarum professoribus merito, videre non potui, quod nullum de Musarum coetu excludere, nec tristem ulla ex parte cum Augusto dimittere, sed in auribus et in oculis Trajani illius optimi exemplo libenter ferre soles, et facilem (quod in Pompejo laudat Cicero) te prae-

ILLUSTRI AC OPTIMO JUVENI

DOMINO BALTHASARI CAPRÆ.

S. D.

Ego vero illud sane perpulcrum semper esse existimavi, nobilem juvenem in re literaria anteire aequales, at certe longe pulcherrimum cum majoribus natu, doctioribusque aequari, ad quam metam te, amantissime Balthasar, pervenisse, tua praeclara jam edita testantur opera; nam tum Quaestiones Logicas, tum Tyrocinia Astronomica adeo polite et graviter conscripsisti, ut merito ea cum sapientissimorum Patrum monimentis conferri posse viderentur. Quamobrem de tanto bono tibi summopere gratulor, mihique tui studiosissimo vehementer gaudeo, speroque fore, ut quos tuum foecundum ingenium suaviores in dies pepererit fructus, eos pro tua humanitate, ac juvandi mortales studio omnibus degustandos praebeas. Interim maximopere cupio, cupiuntque communes amici, ut recentem foeturam magnis a te laboribus elucubratam, nempe egregium illud instrumentum Geometricum Arithmeticumque, quod Circinum proportionis apte inscribendum putasti, in lucem, conspectumque hominum prodire sinas, non vulgarem enim Geometricae et Arithmeticae scientiae studiosis afferres utilitatem, et lumen non exiguum: siquidem hujus instrumenti ope non solum cuncta propemodum Euclidis problemata, ac plura alia, ne dicam innumerabilia quaesita, brevissime, facillimeque resolvent; sed etiam iisdem ad omnes altitudines, profunditates, nec non locorum intercapedines dimetiendas expeditissima promptissimaque patebit via; ad quod imprimendum, publicandumque, praeter communem utilitatem, cui fere soli vel Platonis testimonio Homo natus esse videtur, et praeter amicorum auctoritatem, nostramque illam dulcem et studiorum et animorum conjuctionem, quae apud te pro tua benignitate non me latet esse alicujus momenti; illud quoque non minimum te movere debet, ut qui hujusce Instrumenti inventionem impudenter sibi arrogant, patefacto vero, ac germano effectore, magno suo cum dedecore erubescant, et coram literatis et candidis

Viris posthac se offerre non amplius audeant. His de causis itaque haud diffido te, carissime Balthasar, omnium votis cumulate satisfacturum, ob quod beneficium qui huic certissimae disciplinae operam navant, ingentes tibi gratias, et agent, et habebunt; atque tu inde summum decus, immortalemque gloriam reportabis. Hoc tempore nullum mihi cum aegrotis praepotentis, Dei clementia, est negotium, et apud me recte omnia; idem de te faxit Deus semper audiam. Osculor tibi manus, tuoque nobilissimo Patri ex animo me commendo, atque omnibus vitam incolumem, ac summam exopto felicitatem.

Ex Flumine Kal. Januarii 1607.

Tuæ Illustri Dominationi

Servus Deditissimus
Jo. Ant. Petrarolus Astunensi Regni
Neapol. Physicus apud Flumenses.

PRÆFATIO AD LECTOREM

Bonum ipsum ex sua natura communicabile esse, hominemque non sibi ipsi natum, jam dudum antea, ni fallor, memoriae proditum est, hoc autem adeo certum esse legimus, ut naturali tantum lumine philosophantes coacti sint dicere, Deum ubique diffundi non alia sane ratione, nisi quia bonum latius patet quam vita, quia pluribus convenit, magis quoque necessarium est; sublata enim vita, cessaret mundus moveri; sublato autem bono, esse desineret. Non dubitarunt iidem homini publicam utilitatem suo commodo praeferenti in hac vita immortalitatis nomen, in futura autem beatitudinis praemium polliceri. Latinae enim linguae parens Cicero noster, lib. 6. Reipub., ut nobis demonstraret quanti sit facienda publica utilitas, aurea illa verba protulit: « Quo sis Africane, inquit, alacrior ad tutandam Rempub. sic » habeto: Omnibus qui patriam conservaverint, adjuverint, auxerint, » certum esse in Coelo definitum locum, ubi beati aevo sempiterno » fruantur ». Mirari itaque non parum subjit, qui fiat, ut cum inter omnes homines ob hoc ipsum, quod homines sunt, intercedere debeat mutua benevolentia, nec enim a natura creati sumus, ut nobis solum nostrisque propinquis, verum etiam aliis, si possibile est, emolumento simus; hac tamen nostra tempestate quam plurimi reperiuntur, qui proprias utilitati nimium inservientes, media per quae bonum, quod quidem in hac vita in contemplatione versari nullus est qui ambigat, nobis invidentes, non solum illa ut deberent patefaciunt, verum etiam totis viribus occultare conantur; quod quam recte fiat, manifestum erit, si perpenderint illos, qui literarium studium quantum possunt promovere student, hoc privilegio gaudere, ut in dies eorum scientiae plus splendoris accedat, e contra vero non desint, qui rempublicam literariam amantes, quod ab osoribus fuit occultatum, patefacere aggrediantur. Quod si mihi accideret, dum fabricam usumque Circini proportionis hactenus satis occultati molior, haberem sane de quo gloriarer, est enim inventum egregium, quod quidem occultum servare est non parum studiosorum omnium publicam utilitatem retardare.

Dum itaque alii de ejus inventione disputant, non nisique summo praetio copiam istius faciunt, decrevi ejus structuram et usum, publicae utilitatis causa, quantum in me erit, dilucide promulgare. Licet enim satis sciam non defuturum oblatratorem, qui hos meos labores livido suo morsu lacerare conabitur, nihil tamen moror, modo pluribus prosim, quid si uni non placeam? postquam ab omnibus probari impossibile est. Nec objiciat quispiam me haec non excogitasse; nam istos libenter audire velim, quid responsuri sint ad quaestionem, qua senex quidam doctus alterum interrogavit: Quot putas (inquit) haberemus hodie in mundo doctos viros, si non uteremur aliorum inventis? Sed quoniam res ipsa detractores istos opportune convincere potest, ideo satius erit non nihil de hujus instrumenti utilitate in medium proferre. Primum enim quis poterit dubitare maximam commoditatem exercitatis ipsis instrumentum hoc nostrum allaturum, si videret hujus beneficio omnia fere tum Euclidis, tum aliorum omnium mathematicorum problemata maxima cum facilitate resolvi? cum satis jam constet compendia non inutiliter nos a variis operationibus sublevare; hinc enim docta antiquitas varia instrumenta et indagavit, et jam inventa excoluit. Nec iterum objiciat quispiam in mathematicis versatis superfluum futurum, cum illa omnia unius regulae, et Circini beneficio praestari possint: nam hac ratione etiam in computationibus Astronomicis canon hexacontadon rejiciendus esset, qui tamen ab omnibus tanquam summe utilis recipitur, et insuper plura sunt, quae istius non dispendiosi compendii opera absolvuntur, quae vix alias summo labore praestari possint, ita ut de ejus utilitate dubitare, sit ultro in lumine caecutire velle. Sed quid dicendum de usu, quem Militibus praebet, quibus adeo necessaria est mathesis disciplina? Tamen ut plurimum superficie tenus illam libare conantur, potest hoc instrumentum talem illis operam praebere, ut ausim dicere, quod istius solum beneficio tantum addiscere possunt, quantum illis sufficiat ad

USUS ET FABRICA

CIRCINI PROPORTIONIS

ETC, ETC.

PARS PRIMA.

FABRICA INSTRUMENTI.

Lineam Linearum in Circino proportionis describere

CAPUT I.

Instrumentum quod componendum suscepimus Circini formam possidet, prout in apposita figura A (Tab. XI, Fig. 34) notata cernitur; sed crura recte complanata et levigata duorum digitorum latitudinem habent; in utroque crure ex utraque parte a centro per totam Circini longitudinem ducuntur quatuor lineae in extrema instrumenti parte aequidistantes, ut apparet in exemplo BCDE et LMNO figurae Cap. 5, ita ut totum instrumentum sedecim lineis constituatur. Sed ut primum de anteriori parte sermonem faciamus, suscipimus magis internam lineam explicandam, quae per literam B signata cernitur. Haec quia proportione aritmetica in 100, 200, vel 250 aequas partes, vel plures etiam, pro libito dividi solet, ab aliquibus linea arithmetica nuncupatur, quam denominationem non improbo, tamen magis mihi arridet nomen desumptum ab operationibus; videbimus enim omnes lineas istius instrumenti operationes habere suo nomini congruentes, prout quando Circini usum explicabimus manifestum erit; sic cum hujus lineae usum potissimum circa lineas versetur, non immerito quis hanc lineam linearum vocandam esse crediderit. Hujus fabrica satis est facilis, postquam nullus est tam rudis artifex, qui non possit lineam aliquam propositam in petitas aequas partes dividere (1). Dividatur itaque vulgari modo in aliquotas aequales partes, numeri de quinque in quinque ascendentes apponantur, et sic haec prima linea perficietur. Quae etiam summa facilitate dividi posset per illa, quae Cap. 3 istius instrumenti, usum tradentes, explicabuntur.

(1) Hic contradicit sibi metipsi; in principiis enim Cap. II et III, inquit difficillimum et fere impossibile esse lineam in petitas partes secare.

Lineam superficierum in instrumento describere.

CAPUT II.

His succedunt duae aliae lineae per literam C notatae, quae ab aliquibus geometricae nuncupantur; cum enim Geometria generali vocabulo illa facultas vocetur, quae in planorum contemplatione versatur, has lineas geometricas vocandas esse crediderunt, usus enim illarum potissimum circa superficies versatur; sed nos has lineas superficierum semper vocabimus, non tantum propter earum constructionem, quam propter usum. Verum antequam ad fabricam istius lineae descendamus, necessarium est praemittere hanc tabulam radicum quadratarum, quae extenditur usque ad 200. Si quis tamen in instrumento has lineas longior desideraret, facile sibi ipsi poterit tabellam construere radices quadratas extrahendo, prout exemplum in ipsa tabula patere poterit. Vel et faciliori negotio, illam desumere poterit ex quodam libello Ioannis Hartmanni, cuī titulus est: *Stereometriae inanium nova et facilis ratio etc.*; quem librum si ego venalem reperiissem, integram non solum radicum quadratarum, sed etiam cubicarum tabulam descripsissem. Verum, ut dixi, cum apud nos hic liber desideretur, tabulaeque praenominatae maxime sint necessariae ad futuram instrumenti fabricam, ne quid mihi benefaciendi ansam arriperet, proprio marte duas sequentes tabulas, alteram usque ad 200 suppulatam, reliquam usque ad 172, exaravi, quae satis commode ad hoc instrumentum componendum sufficere possunt.

Tabula Radicum quadratarum.

1	1	000	34		831	67		185
2		414	35		916	68		246
3		732	36	6	000	69		307
4	2	000	37		82	70		366
5		236	38		164	71		426
6		449	39		244	72		485
7		645	40		424	73		544
8		828	41		403	74		602
9	3	000	42		480	75		660
10		162	43		557	76		718
11		316	44		633	77		775
12		464	45		708	78		831
13		605	46		782	79		888
14		741	47		855	80		944
15		873	48		928	81	9	000
16	4	000	49	7	000	82		55
17		123	50		71	83		110
18		242	51		141	84		165
19		359	52		211	85		219
20		472	53		280	86		273
21		582	54		348	87		327
22		690	55		415	88		380
23		796	56		482	89		433
24		898	57		549	90		487
25	5	000	58		616	91		539
26		99	59		681	92		592
27		196	60		746	93		643
28		291	61		810	94		695
29		385	62		874	95		746
30		477	63		937	96		798
31		567	64	8	000	97		849
32		657	65		82	98		899
33		744	66		124	99		949
						100		000

Residuum Tabulae radicum quadratarum.

101	10	49		34		575		67		922
2		99		35		618		68		961
3		148		36		661		69	13	000
4		198		37		704		70		38
5		246		38		747		71		76
6		295		39		789		72		114
7		344		40		832		73		168
8		392		41		874		74		190
9		440		42		916		75		228
10		480		43		958		76		266
11		535		44	12	000		77		304
12		583		45		41		78		341
13		630		46		83		79		379
14		677		47		124		80		416
15		723		48		165		81		453
16		771		49		206		82		490
17		816		50		251		83		527
18		862		51		288		84		564
19		908		52		328		85		601
20		954		53		369		86		638
21	11	000		54		409		87		674
22		[illegible]		55		[illegible]		88		711

Delineaturus itaque lineam C dictam superficierum (quod enim de uno circini crure dicam, de altero etiam intelligendum suppono) quae contineat e. g. 100 partes, necessum prius erit duas lamellas ex auricalco parare, et illas clavo mobili ex una parte ita connectere, ac si circinum construere velles, ubi facto centro per lamellarum longitudinem, duces duas lineas rectas in fine aequidistantes et illas in 100 aequas partes (quod nihil aliud est quam peculiarem lineam linearum construere) divides; hoc autem maxima cum diligentia, nam inde fere tota instrumenti fabrica pendet. Hoc facto, lamellas in loco plano disponas, ita ut quando libuerit possis illas recte firmare: tunc divides tui instrumenti lineam in decem aequas partes, ut factum vides de linea C notata, postquam 100 partes continere debet, et tabula usque ad 100 abet 10 diametros; secundum unam illarum partium aperies lamellas in 100, accipies enim vulgari aliquo circino decimam propositae linae partem, et illam punctis lamellarum 100. 100 notatis per transversum applicabis, claviculisque lamellas ita firmabis, ut nullo modo moveri possint: quo facto videbis tabulam radicum quadratarum juxta 2 habere 414. Ideo vulgari circino ex linea linearum jam jam claviculis firmata per transversum accipies distantiam inter puncta 41 et 4 decimas, hancque in lineam superficierum describendam signabis, firmato enim uno circini pede in primo puncto post instrumenti centrum, ut in exemplo signatur littera F, alio pede notabis distantiam, quae in exemplo sit G; mox accipies distantiam inter puncta 73 et duas decimas, et illam in tuam superficierum transferes, ut jam dictum fuit, et ita unam partem hujus lineae divisisti; iterum relinquendo secundam diametrum tabulae, accipies distantiam inter puncta 23 et 6 decimas, et illam transferes in tuam lineam, incipiendo a secundo puncto post centrum, quod est initium tertiae partis lineae, sicque successive facies de parte in partem usque ad decimam partem, et videbis lineam superficierum exactissime in 100 partes divisam, modo non oscitanter partes et decimas partium ex linea linearum dicta acceperis. Notatis itaque omnibus divisionibus, appositisque propriis numeris, properabis ad descriptionem aliarum linearum.

Lineas solidorum in instrumento conficere.

CAPUT III.

Haec linea, quae immediate lineam superficierum sequitur, et litera D notatur, ab aliquibus linea stereometrica appellatur; eo quia cum stereometria sit illa, quae solidorum cognitionem tradit, haec autem linea circa solida corpora versetur, non immerito lineam stereometricam dicendam crediderunt; hanc tamen ego ab ejus usu, vulgari vocabulo, lineam solidorum semper vocabo. Recte itaque intellecta priori descriptione, haec potest non nisi manifesta esse, si tamen prius sequens haec tabula radicum cubicarum praemittatur.

Residuum Tabulae radicum cubicarum.

73	179	6		732	39	179
74	198	7		747	40	192
75	217	8		762	41	204
76	235	9		776	42	216
77	254	10		791	43	229
78	272	11		805	44	243
79	290	12		820	45	253
80	308	13		834	46	265
81	326	14		847	47	278
82	344	15		862	48	289
83	362	16		877	49	301
84	379	17		890	50	312
85	396	18		904	51	325
86	413	19		918	52	336
87	430	20		931	53	348
88	447	21		946	54	360
89	464	22		959	55	371
90	481	23		973	56	382
91	497	24		986	57	394
92	514	25	5	000	58	406
93	530	26		13	59	417
94	546	27		26	60	428
95	562	28		39	61	440
96	578	29		52	62	451
97	594	30		65	63	462
98	610	31		78	64	473
99	626	32		89	65	484
100	642	33		104	66	490
101	657	34		117	67	510
2	672	35		129	68	524
3	687	36		142	69	541
4	702	37		155	70	555
5	717	38		167	71	573

Tabula radicum cubicarum pro linea solidorum.

1	1	100	25		924	49		659
2		259	26		962	50		683
3		442	27	3	000	51		708
4		587	28		36	52		732
5		709	29		72	53		756
6		817	30		107	54		779
7		912	31		154	55		802
8	2	000	32		174	56		825
9		80	33		207	57		848
10		154	34		239	58		870
11		223	35		271	59		892
12		289	36		302	60		914
13		351	37		332	61		936
14		410	38		361	62		957
15		466	39		391	63		979
16		519	40		419	64	4	000
17		571	41		448	65		20
18		620	42		476	66		41
19		668	43		503	67		61
20		714	44		530	68		81
21		758	45		556	69		101
22		802	46		583	70		121
23		843	47		608	71		140
24		884	48		634	72		160

Residuum Tabulae radicum cubicarum.

73		179		6		732		39		179
74		198		7		747		40		192
75		217		8		762		41		204
76		235		9		776		42		216
77		254		10		791		43		229
78		272		11		805		44		243
79		290		12		820		45		253
80		308		13		834		46		265
81		326		14		847		47		278
82		344		15		862		48		289
83		362		16		877		49		301
84		379		17		890		50		312
85		396		18		904		51		325
86		413		19		918		52		336
87		430		20		931		53		348
88		447		21		946		54		360
89		464		22		959		55		371
90		481		23		973		56		382
91		497		24		986		57		394
92		514		25	5	000		58		406
93		530		26		13		59		417
94		546		27		26		60		428
95		562		28		39		61		440
96		578		29		52		62		451
97		594		30		65		63		462
98		610		31		78		64		473
99		626		32		89		65		484
100		642		33		104		66		490
101		657		34		117		67		510
2		672		35		129		68		524
3		687		36		142		69		541
4		702		37		155		70		555
5		717		38		167		71		573

Pateat ergo quot partes ista linea D notata continere debeat, ut e. g. 125: video tabulam radicum cubicarum usque ad 125 continere quinque diametros, ideo hanc lineam in quinque aequas partes dividendam dico, prout in exemplo facillime videri potest: secundum unam istarum aperio lamellas jam dictas, ut superius factum fuit in 100, illisque recte firmatis accipio distantiam inter puncta 28 et 9 decimas, et illam in lineam solidorum futuri instrumenti transfero; firmato uno pede circini in primo puncto post centrum instrumenti H notato, quod est initium secundae partis lineae, et alio circini pede notata distantia per punctum 1, mox accipio distantiam inter puncta 44 et 2 decimas, et illam vicissim transfero in lineam dictam, hocque successive donec petitas partes habeam. Illud solum animadvertendum, ut quando ad secundam diametrum ventum est, incipiamus distantias notare a secundo puncto, quando ad tertiam a tertio, et sic de reliquis. Notatis itaque divisionibus, apponantur numeri, et linea solidorum erit perfecta.

Lineas metallicas construere.

CAPUT IV.

Haec linea litteris E. E notata, ut de altero tantum crure loquar, eo quia proportiones metallorum continet, et circa corpora metallica versatur, linea metallorum nuncupatur. Ut ea exacte describi possit, dividitur in octo partes aequales, ut in exemplo videre est, quandoquidem metalla plus faciunt, quam septem diametros. Secundum unam dictarum partium aperies supradictas lamellas in 100, et illas recte firmabis, postea accipies distantias inter puncta fractionis cujuscumque metalli, quas proprio diametro applicabis, ut e. g. pro auro accipies distantiam inter puncta 17. 17. et illam applicabis quinto diametro, ibique facto puncto auri characterem describes. Pro argento accipies distantiam inter puncta 29. 29. et illam applicabis sexto diametro, ibique facto

Lineam Quadrantis geometrice dividere.

CAPUT V.

Hanc posticam instrumenti partem K notatam (Tab. XI, Fig. 35) octo alias lineas, hoc est quatuor in unoquoque crure, continere dixi: harum interiores, literis LL notatae, lineae quadrantis dicuntur, quia scilicet ad quadrantis divisionem dividuntur. Quod vero spectat ad earum constructionem, describes in loco aequali totam lineae instrumenti tui quantitatem, hanc in duas aequas partes divides, ut in subjecto schemate A (Tab. XI, Fig. 36). Ex hoc puncto A describatur semicirculus BCD (1): puncto A inquiratur perpendicularis, quae sit CA, quare punctum C erit centrum, ex quo describatur quadrans BED, et ut mos est quadrans in 90 partes diligentissime dividatur. His peractis, statuimus unum alicujus circini pedem ad unam partem, ubi subtensa BD tangit lineam quadrantis, et alium pedem extendemus ad 89 gradum, quam distantiam transferemus in lineam instrumenti dividendam, mox parum contracto circini pede accipiemus 88 gradum, et sic de reliquis. Notandum tamen quod ubi semel primum pedem circini firmavimus, ibi semper centrum erit, ut in exemplo; quoniam prima vice circini pedem in B firmavimus, ideo punctum B semper loco centri accipiemus, donec tota linea juxta divisionem istius quadrantis sit divisa in 90 partes, quibus divisionibus ascribantur proprii numeri, vel de 5 in 5, vel de 10 in 10 ascendentes.

Lineam Circulorum in instrumento inscribere.

CAPUT VI.

Succedunt duae aliae lineae M, M notatae, quae tum ab usu, tum etiam a constructione, lineae circulorum vocantur, dividuntur enim ad circuli divisionem, nec non etiam earum beneficio circulos in partes petitas secare possumus. Si hanc itaque in hoc instrumento describere cogitas, accipias integram instrumenti tui delineandae lineae magnitudinem, eamque in rem planam transferas, statimque dimidiam partem accipies, et habebis centrum, quod notabis in instrumento: firmato enim uno circini pede in centro instrumenti, alio dictam lineam secabis, sectionemque notabis per 6, nam non sólum ostendit dimidium diametri, sed etiam latus hexagoni, mox ex illo centro describes circulum, quem primum divides in tres partes, tertiamque hanc partem notabis in instrumento non solum per 3 sed etiam per 7; nam non significat

(1) Frustra describitur iste semicirculus.

solum tertiam circuli partem, sed etiam latus haxaedri (1), semper scilicet firmato primo pede circini in centro instrumenti, deinde illum divides in quatuor, quartamque partem transferes in tuam lineam circulorum, quod successive facies de quibuslibet aliis partibus. Vel, et fortasse melius, totum circulum divides in 360 partes, et tunc circino vulgari accipies tertiam, quartam, quintam partem, et sic de reliquis, per quas lineam jam dictam satis praecise dividere poteris.

Lineam quadrativam construere.

CAPUT VII.

Tertia linea litteris N. N notata quadrativa ab ejus usu non immerito appellatur, postquam per hanc commode circulum quadrare possumus. Descripturus itaque hanc lineam, portionem istius assumes, utpote KQ; hanc dimidias in R, et habebis diametrum in Q et semidiametrum in R, quos pro libitu lineola aliqua notabis. Secundum totam itaque diametrum aperies lamellas jam multoties nominatas in 100, et vulgari circino pro quadrato accipies distantiam per transversum in puncta 88 et 4 decimas, hancque, firmato uno pede circini in centro instrumenti, transferes in lineam quadrativam, ubi facta nota describes pro signo figuram quadratam, deinde pro quarta circumferentiae accipies distantiam inter punta 78 et 5 decimas; et vicissim firmato pede circini, ut jam dixi, in centro instrumenti, transferatur in lineam jam describendam, haecque distantia notetur ad libitum. Pro pentagono autem accipiatur distantia inter puncta 67 et 5 decimas, et haec in linea instrumenti sic notetur 5. Pro hexagono accipiatur distantia inter puncta 54 et 9 decimas, et haec in linea instrumenti notetur per 6. Pro heptagono accipiatur distantia inter puncta 46 et 5 decimas, et haec in instrumento notetur per 7. Tandem pro octogono accipiatur distantia inter puncta 40 et 3 decimas, haec autem in instrumento notetur per 8, et sic habebis lineam quadrativam exactissime divisam.

Postremam et ultimam lineam quinque solidorum dictam describere.

CAPUT VIII.

Totius istius lineae fabrica pendet ex prob. 6, prop. 18, XIII libri Euclidis, quo docet latera quinque figurarum exponere, et inter se

(1) Non parla mai più di questo punto 7, ed oltre a ciò, più a basso, nel cap. 8, pone per il lato dell'esaedro una linea molto maggiore di questa.

comparare. Hanc autem ut recte in tuo instrumento describere possis, accipies integram lineae longitudinem, hanc in loco plano signabis, quam divides primum in duas partes aequales, et habebis centrum in C (Tabula XI, Fig. 37), ex quo describes semicirculum AFGHB; iterum secetur in D, ita ut DB sit pars tertia, postremo secetur in E sic ut EB sit pars quinta, postmodum ipsi AB ad circumferentiam semicirculi ducantur perpendiculares CF, DG, EH, et connectantur rectae AF, BF, AG, BG, AH, BH. Post haec, ex HA abscindatur HI, aequalis lateri decagoni in eo circulo descripti, cujus semidiameter, seu latus hexagoni, est BH; hoc est aperias circinum pro magnitudine BH, firmatoque uno circini pede, alio duces circulum, cujus invenies decagonum, quod facillimum esset, si haberes jam instrumentum factum per ea quae dicentur cap. XXXIV (1). Accepta itaque decagoni quantitate, et firmato uno circini pede in puncto H, alio secabis lineam HA in I, ducesque rectam BI. Tandem linea BG secetur extrema ac media ratione, vel per tradita ab Euclide, prob. 10, prop. 30, VI lib., vel per illa, quae a nobis explicabuntur dum de usu linearum verba faciemus, cap. scilicet X. Postremo, puncto A inveniatur perpendicularis, ut in exemplo vides; posito enim uno circini pede in medio semicirculi, ut puta in L, alio extenso usque ad A, lineam AB secamus in M, et insuper extra semirculum arcum N describimus, applicata regula ad punctum M intersectionis lineae, et ad centrum I in medio semicirculis factum, notabimus intersectionem arcus N, ut inde habeamus punctum correlativum, ex quo describenda est perpendicularis, hanc secabimus pro longitudine totius lineae in O: applicata regula ad punctum C et O, signabimus intersectionem semicirculi in P, ex quo puncto ducemus rectam ad A, omniaque erunt disposita ad futuram lineam describendam. Circino itaque aliquo accipias quantitatem lineae BK, quae nobis significat latus dodecaedri; firmato uno pede circini in centro instrumenti, alio secabis tuam lineam, ubi facta nota illam singulam signabis per 12 (2). Deinde accipies quantitatem lineae BI, quae ostendit latus icosaedri; firmato uno circini pede in centro instrumenti, ubi alius ceciderit, ibi facto puncto inscribes 5. Tertio accipies quantitatem lineae AP, quae ostendit latus hexaedri, hunc transferes in tuam lineam, et illam signabis per 20. Quarto accipies quantitatem BH, quae latus cubi praebet, et per hanc secabis lineam instrumenti, et ubi nota erit, signabis 2. Quinto accipies quantitatem lineae FA pro latere octoedri, ubi ceciderit alter pes circini, ibi inscribes 8. Sexto et ultimo accipies quantitatem GA, quae tetraedri seu piramidis latus exhibet, secundum quam a centro

(1) Mentre c'insegna a fabbricar lo Strumento, dice che ci gioverebbe assai averne uno fatto, e lo replica ancora.

(2) È troppo manifesto dal por questi numeri a sproposito, che costui non intende niente quel che siano questi corpi regolari.

instrumenti secabis lineam quinque solidorum, et in intersectione inscribes 4.

Haecque est linearum omnium suscepti instrumenti fabrica, quae licet instrumentum satis perfectum nobis exhibeat, tamen non inutiliter quadrantem etiam illi apponere possumus. Ex auricalco itaque, vel alio quovis metallo, paretur quarta circuli pars, ut pro libitu assumpto semidiametro KV (Tab. XI, Fig. 38), in postica instrumenti parte, describatur quadrans T, quod connectendum erit brachiis instrumenti per foramina VV, immissis chocleis ad hoc peculiariter confectis, tunc ex centro K circini beneficio in hac quarta circuli parte describantur quinque arcus, ita ut sex circumferentias contineat, prima in parte exteriore continebit quadratum geometricum, tertia quadrantem astronomicum, quinta scalam librariorum, reliquae autem omnes continebunt unjuscujusque divisionis proprios numeros. Ut autem quadratus geometrici descriptionem in hoc instrumentum transferre valeamus, nec enim circa quadrantem astronomicum, nec circa scalam dictam immorandum credo, postquam haec in 12 aequas partes, ille in 90 vulgariter ab omnibus dividi solet, necessum prius erit quadratum geometricum exactissime divisum habere, hoc autem non multum excedere debet quantitatem quartae portionis circuli T. Centrum itaque quadrantis supponatur centro instrumenti, lateraque subjiciantur arcui T accepto prout ex K, quod quidem centrum instrumenti significat, VXV cernitur, sicque firmatis omnibus, applicataque regula centro K, et singulis quadratus divisionibus, exteriorem periferiam arcus T diligentissime dividemus, prout unico exemplo demonstrare possumus: applicata namque regula ad punctum K et ad primam divisionem lateris VX, secabimus anteriorem periferiam arcus T in puncto Z, sicque successive donec in 200 aequas partes illa fuerit divisa. Haecque est tota instrumenti fabrica, quae modo sedulum artificem inveniat omnino facilis ostendetur: si enim aliqua, quod non credo, minus clara prima fronte videbuntur, manibus ad opus admotis, sine dubio omnis difficultas removebitur. His fruere, candide lector, dum ad usum, in cujus gratiam haec omnia compilata sunt, properamus. In cujus explicatione, omissa longa verborum serie, brevitatem et pro viribus dilucidam perspicuitatem complexus sum; interim tamen ut sedulus lector majorem utilitatem caperet, quando opportunum mihi visum fuit, Euclidis problemata in medium adduxi, tum ut instrumenti utilitas, tum ut diffusus istius usus ab omnibus conspici posset: si enim quis a nobis haec tradita exempla poterit extemplo resolvere, omnia tum Euclidis, tum aliorum fere omnium problemata, nullo negotio etiam conficiet. Sed de his hactenus, jam ad usum veniendum.

PARS SECUNDA.

USUS INSTRUMENTI, ET PRIMUM USUS LINEAE LINEARUM.

Qua ratione beneficio istius lineae possimus lineam aliquam partes, et partium fractiones continentem construere.

CAPUT I.

Explicata instrumenti fabrica, jam venimus ad usum; et primo demonstrabimus qua ratione facillime construenda sit linea, quae contineat partes et partium fractiones, quod tamen alias non nisi summa difficultate fieri posset. Proponatur itaque construenda linea aliqua, quae contineat 4 perticas, 7 pedes, et 6/7 pedis. Sit data perticae magnitudo, ut puta AB (Tab. XI, Fig. 39), pro cujus longitudine sit construenda petita mensura: ducatur linea occulta ad libitum CD; circino vulgari in ista accipiantur 4 perticae, quod est facillimum, aperies enim circinum secundum magnitudinem AB, et hanc quater mensurabis supra lineam CD usque ad E: mox multiplicabis 7 in 12, et hoc quia pertica continet 12 pedes, productum erit 84: iterum accipies quantitatem lineae AB, et hanc per transversum applicabis punctis 84. 84, sicque relicto instrumento immoto multiplicabis 7 per 7, producto addes 6, habebis 55: vulgari itaque circino accipies distantiam inter puncta 55. 55, quae additur constructae lineae, ut in exemplo EF. Sit enim haec universalis regula, quod numerus pedum unius perticae debet multiplicari per denominatorem fracturae pedum ultra integram perticam. Et sic habemus lineam CF, quae continet 4 perticas, 7 pedes, et 6/7 pedis, quod fuit propositum.

Lubet autem ulteriori exemplo rem hanc melius exponere. Sit itaque construenda linea secundum datam AB quinque perticarum, 11 pedum et 1/4 pedis, sit autem pertica 16 pedum. Multiplicetur 4 in 16, productum erit 64: magnitudo lineae AB quinquies mensuretur supra dictam lineam CD usque in G, tum haec eadem perticae quantitas applicetur punctis 64. 64, relicto immoto instrumento, multiplicetur fractio 55 1/4 (1) in se, productum erit 45; accipiatur distantia inter puncta 45. 45, quae addatur lineae CG, et erit GH, sicque erit constructa

(1) Nel copiar da scritti a mano si può esser ingannato pigliando per 55 1/4 quello che deve dire 11 1/4, e non intendendo niente, non si è accorto dell'errore. Di più, non sapendo ciò che sia moltiplicare un numero in sè stesso, dice che 55 1/4, (o pure 11 1/4, ammettendo l'errore di stampa) fa 45, che è falso.

linea CH continens quinque perticas, 11 pedes et 1/4 pedis, quod faciendum propositum fuit.

Alicujus datae lineae omnes petitas partes invenire.

CAPUT II.

Haec operatio est solutio probl. 1, prop. 9, vi lib. Euclidis, cujus facilitatem mirabitur quicunque absque hoc instrumento aliquando tentavit hoc problema resolvere; difficillimum enim esset, ne dicam omnino impossibile, hujusmodi divisiones invenire, quas tamen statim nobis exhibet instrumentum hoc nostrum. Si enim propositae alicujus lineae requirerentur 10/13, 27/59, 87/100, semper aliquo circino accepta magnitudine lineae, illa applicetur punctis denominatoris, et immoto instrumento excipiatur intervallum numeratoris, videlicet 10, 27 vel 87, ut in exemplo cernitur lineam AB esse 87/100 ipsius AC. (Tab. XI, Fig. 40).

Insuper si esset data linea 100 partium, et peterentur 3/100 vel 4, vel 5, quae prope centrum instrumenti accipi non possunt, illa accipiantur ex altera parte instrumenti, videlicet prope 100 ascendendo; haec autem distantia, firmato uno pede circini in puncto C, et alio extenso usque ad punctum D, nobis abscindet DA, 3/100 videlicet ipsius lineae.

Lineam propositam in aliquot petitas partes secare.

CAPUT III.

Nulli dubium est, quod laboriosissimum sit, dum aliquam lineam dividimus, toties circinum constringere et dilatare, donec voti compotes facti sumus; itaque non abs re erit faciliorem viam per hoc instrumentum demonstrare. Si lineae ergo magnitudo non excedit instrumenti aperturam, hanc facillime sic dividemus: inveniemus numeros vicissim multiplices pro lineae dividendae partium numero, ut si linea AB (Tab. XI, Fig. 41) e. g. dividenda esset in quinque aequas partes, quoniam 20 quinquies in 100 continetur, ideo circino aliquo accipimus integram lineae quantitatem, hanc punctis 100. 100 notatis accomodamus, immotoque instrumento accipimus distantiam inter puncta 20. 20, quae erit quinta dictae lineae portio AC.

Sed si data esset minima aliqua linea dividenda in 16 partes, ut puta DE, ducatur occulta linea pro libitu DF, in qua ad placitum aliquoties mensuretur ipsa DE, ut exempli gratia quater, ita ut tota linea DF sit divisa in quinque aequas partes; multiplicetur numerus partium lineae dividendae DE per numerum partium lineae divisae DF, productum erit 80; ideo accipiatur tota lineae DF longitudo, illa appli-

cetur punctis 80. 80, et immoto instrumento accipiatur distantia inter puncta 79. 79, quae trasferatur in lineam DF; firmato enim uno pede circini puncto F, alio secetur linea DE in puncto G, mox accipiatur distantia inter puncta 78. 78, et illa in hanc lineam trasferatur, quod toties repetendum erit donec linea DE in 16 aequas partes divisa sit.

Si autem aliena linea data esset longior, ita ut secundum ipsam in dato numero aperiri non posset; ut si e. g. esset data linea HK dividenda in 7 aequales partes, supponamus autem secundum istam lineam instrumentum aperiri non posse, ideo aperiatur circinus aliquis utcumque, et ejus apertura sumatur septies in data linea HK per occultas notas, ut postea notae illae deleri possint, relinquatur autem portio IK. Vulgari circino accipiatur magnitudo lineae IK, haec applicetur punctis 70. 70, vel aliquo alio numero multiplici, et immoto instrumento accipiatur una septima illius IK, quae addatur singulis partibus prius acceptis in linea HK, et sic erit exactissime divisa in 7 aequales partes, prout propositum fuit faciendum. Sitque in exemplo portio inventam LI.

Non absimili etiam ratione ab hac linea pendet solutio probl. 3 propr. 3 primi libri Eucl., quo docetur duabus datis rectis lineis inaequalibus de majori aequalem minori rectam lineam detrahere. Sint enim duae rectae A et B (Tab. XI, Fig. 42), propositumque sit detrahere minorem lineam A a majori B. Accipias totam lineae B quantitatem, secundum hanc aperias pro libitu, ut puta in 40. 40, mox accipias quantitatem lineae A, et videbis quibus punctis possit accomodari, ut in hoc exemplo punctis 22. 22, ex immoto instrumento excipies distantiam inter puncta differentiae horum numerorum, hoc est inter puncta 18. 18, per quam secabis lineam B in puncto C, linea enim CB erit aequalis ipsi A; quae quidem operatio licet exigui momenti videatur, tamen exacte instrumentum constructum demonstrabit. Hincque etiam sedulus operator facili admodum negotio poterit 1 probl. prop. 3, et probl. 2 prop. 14, lib. x Euclidis, resolvere.

Secundum datam lineam divisam secare aliam non divisam, indeque patet solutio probl. 2, prop. 10, lib. VI Eucl.

CAPUT IV.

Sit AB (Tab. XI, Fig. 43) linea divisa in partes ACDB, et sit altera linea non divisa EF, sed dividenda secundum proportionem lineae jam divisae, nulli dubium quod proportiones istas invenire non tam facile esset, quas tamen harum linearum beneficio quilibet statim indagare poterit. Aperiatur enim in hac linea linearum secundum AB, hoc est circino aliquo accipiatur quantitas lineae AB, haec accomodetur pro libitu aliquibus punctis, ut firmato uno circini pede in 100,

tantum aperiatur instrumentum donec alius circini pes in alium 100 cadat; tunc accepta EF quantitas, videatur in quem numerum incidat, quod nihil aliud erit quam invenire proportionem quam habent inter se duae lineae AB et EF. Cadat itaque dicta EF in 90. 90. Tunc accipias quantitatem lineae AC, hanc mutato instrumento accomodabis punctis 100. 100, immotoque instrumento statim excipies intervallum inter puncta 90. 90, quem trasferes in lineam EF; firmato enim uno pede circini in pucto E, alio secabis lineam EF in G; deinde iterum accipias quantitatem CD, hanc accommodabis punctis 100. 100, et excipies distantiam inter puncta 90. 90, per quam, firmato uno pede circini in puncto G, alio secabis lineam FG in H: sicque successive faceres, si proposita linea esset dividenda in plures partes.

Qua ratione harum linearum beneficio plures arithmeticas regulas solvere valeamus.

CAPUT V.

Poterit harum linearum auxilio quilibet, licet numerare vix sciat, ut hoc impossibile videri possit, plures aritmeticas regulas resolvere. Verum ut melius explicare possimus regulas quae ad hanc operationem pertinent, prius notandum erit quod quotiescumque a centro instrumenti secundum ejus longitudinem necessum erit aliquas istius lineae partes assumere, ut in exemplo, si posito uno pede circini in centro A Fig. cap. 1, necessum esset alium extendere ad punctum P, semper in hoc casu hanc lineam scalam immobilem vocabimus. Harum itaque, ut diximus, linearum auxilio facillimum est omnes quaestiones arithmeticas, quae per regulam proportionum solvuntur, determinare; et primum auream regulam, vulgariter *del tre* dictam, facili negotio absolvemus, si firmato uno pede vulgaris circini in centro instrumenti, extenso alio pede per longitudinem scalae immobilis usque ad notam secundi numeri in proportione positi, accipiemus distantiam, quam per transversum applicabimus punctis primi numeri, et immoto instrumento accipiemus distantiam inter puncta tertii numeri, quam mensurabimus supra scalam immobilem a centro instrumenti, et videbimus quem numerum abscindat. Ut si ex. g. sit quaestio: 100 dant 60, quot dabunt 80? Hi numeri positi in regula proportionum sic se habent: 100, 60, 80. Vulgari itaque circino accipiemus distantiam ex scala immobili 60 partium: hanc per transversum accommodabimus punctis 100. 100 notatis, et immoto instrumento accipiemus distantiam inter puncta 80. 80, quam iterum mensurabimus sopra dictam scalam, et videbimus abscindere 48 punctum; quare dicendum 48 esse quartum numerum quaesitum.

Secundo, si quaestio esset: 10 exhibent 30, quot dabunt 80? nec

secundus nec tertius (1) numerus ex scala immobili acceptus potest primo per transversum accomodari, ideo necessum erit secundum vel tertium numerum ex scala immobili accipere, illamque distantiam duplo vel triplo majori numero per transversum accommodare, immotoque instrumento distantiam secundi vel tertii numeri accipere, prout secundum vel tertium prima vice accepimus; quae distantia supra scalam immobilem mensurata, ostendit numerum, cujus duplum vel triplum, quartum numerum demonstrat; ut, in dato exemplo, ex scala immobili accipio quantitatem 30 partium, hanc transversum punctis 30. 30 notatis apto, et immoto instrumento accipio distantiam inter puncta 80. 80; hanc distantiam supra scalam immobilem mensuratam video abscindere 80 punctum, ideo dico 240 esse quartum numerum quaesitum, si enim meministi pro 10 accipi 30.

Tertio, si primus numerus in regula proportionum positus excederet numerum partium ipsius lineae, accipiemus quantitatem secundi numeri ex scala immobili, et hanc punctis dimidiae partis primi numeri accommodabimus, et immoto instrumento accipiemus distantiam inter puncta dimidiae partis tertii numeri, quae, ut jam dictum fuit, mensurata exhibet numerum, cujus medietas quartum numerum indagatum demonstrat. Ut si quis diceret: 150 dant 60, quot dabunt 90? accepta itaque ex dicta scala quantitate 60 partium, hanc per transversum accommodamus punctis 75. 75, hoc est dimidiae partis primi numeri, immoto instrumento vel accipimus distantiam inter puncta 90. 90, quam mensuramus supra dictam scalam immobilem, et ostendimus abscindere 72 punctum, cujus medietas, nempe 36, absque omni dubio est quartus numerus inquisitus, vel tandem accipimus distantiam inter puncta 45. 45, hoc est inter puncta dimidii 90, et haec mensurata praebet 36 pro quarto numero.

Quarto, si tertius numerus in regula proportionum positus longe excederet numerum ipsius lineae, tamen operatio perficietur, si accepta quantitate partium secundi numeri a centro instrumenti per longitudinem immobilis scalae hanc accommodabimus punctis primi numeri, et ex immoto instrumento, in aliquot partes resoluto tertio numero, toties accipiemus distantias donec voti compotes facti sumus. Ut si quis diceret: 34 dant 20, quot dabunt 480? accipiemus, inquam, a centro instrumenti per scalam immobilem quantitatem 20 partium, hanc per transversum punctis 34. 34 disponemus, et immoto instrumento pri-

(1) Nota come dalle parole *nec secundus nec tertius* si scorge che il Capra non intende nè anco quello che ruba; perchè il dire *nec secundus nec tertius*, dimostra che di sopra sia stato posto in regola che si possa prendere o l'uno o l'altro, sì come da me fu avvertito: il qual luogo non avendo copiato intero costui, seguita adesso di copiare quel che segue, e si dichiara ladro ignorante.

mum accipiemus distantiam inter puncta 100. 100, quae mensurata supra scalam immobilem abscindit 59 partem, qui numerus per 4 ductus (100 enim in dato numero quater haberi potest) dat 236; tum accipiemus distantiam inter puncta 80. 80, quae iterum mensurata supra dictam scalam abscindet 46 punctum, et aliquid amplius, qui numerus priori additus, ostendit quartum proportionalem numerum 282 1/7 fere.

Quinto et ultimo, si numeri in regula proportionum positi adeo essent minimi, ut nullo modo instrumento accomodari possent, tamen operatio perficietur si loco unitatis accipiantur decimae. Ut si quis volens disponere 125 milites, ita ut in unoquoque ordine quinque ponantur, desideraret praescire numerum ordinum, in hac operatione sic esset procedendum: 5 milites faciunt unum ordinem, quot facient 125? et secundum hactenus dicta, ex scala immobili accipienda esset quantitas unius partis, haec punctis 5. 5 applicanda esset; verum isti numeri in instrumento haberi non possunt, ideo sic numeros disponemus 50, 10, 15, 50; tum ex scala immobili accipiemus quantitatem 10 partium, hanc per transversum punctis 50. 50 aptabimus, et immoto instrumento accipiemus distantiam primum inter puncta 250. 250, hanc supra scalam immobilem mensurabimus, et videbimus illam abscindere punctum 50, qui numerus quinquies acceptus producet summam 250; a quo numero, abiecta ultima nota, residuatur 25 quartus numerus indagatus. Non hic jacet hujus instrumenti usus, verum ea facilitate arithmeticas illas quaestiones, quae per reiteratas regulas aureas resolvuntur, extricare docet, ut quilibet hujus beneficio facile possit exactus supputator videri. Sint igitur, e. g., tres homines, qui una 240 libras lucrati sint, alter tamen per 20 dies, alter per 30, alter per 43 laboraverit, quaerant autem singuli debitam sibi nummorum partem. Nulli dubium, quod in hoc casu sic esset procedendum: dies propositi invicem sunt addendi, quorum summa erit 93: tum dicendum esset: 93 dant 250, quot dabunt 20? haecque esset prima operatio. Tunc iterum 93 dant 250, quot dabunt 30? Tandem tertio esset dicendum: 93 dant 250, quot dabunt 43? Hoc autem an sit laboriosum, norunt in hac arte versati; ab hac tamen molestia hujus instrumenti ope sublevamur. Accipiemus enim ex scala immobili quantitatem 125 partium; hoc autem ut operatio melius perfici posset, non enim satis commodum esset quantitatem 250 partium punctis 93. 93 accommodare; excipiemus itaque ex dicta scala quantitatem dimidii numeri tantum, hanc applicabimus punctis 93. 93, nec amplius mutanda erit instrumenti apertura, sed primum accipienda distantia inter puncta 20. 20; haec mensurata supra scalam immobilem abscindet 27 punctum non completum, cujus duplum, scilicet 54 fere, est portio competens illi, qui per 20 dies laboravit. Secundo, non mutata instrumeniti dispositione, accipiemus distantiam inter puncta 30. 30; haec mensurata supra scalam immobilem abscindet fere 40 1/3, cujus duplum, nempe 80 2/3, erit

nummorum portio, quae competit illi, qui per 30 dies suam operam locavit. Tertio et ultimo, excipiemus distantiam inter puncta 43. 43; quae mensurata supra scalam immobilem, abscindet fere 58 puncta, cujus duplum 115 2/3 fere est illud, quod debetur illi, qui per 43 dies laboravit.

Non minori facilitate resolvuntur quaestiones illae arithmeticae, quae regulam trium inversam dictam desiderant; in quo casu supra scalam immobilem accipimus quantitatem primi numeri, hanc per transversum applicamus punctis tertii numeri, et accipimus distantiam inter puncta secundi numeri, quam mensuramus supra dictam scalam, et habemus optatum. Ut si quis diceret: est triremis, quae habens 12 remos, spatio 18 dierum potest suum iter perficere; quaeritur, si 20 remos habeat, quot dierum spatio illud iter absolvet? Numeri in regula positi sic se habent: 12, 18, 20. Accipias itaque supra scalam immobilem quantitatem 12 partium, hanc punctis 20. 20 per transversum accommodabis, et immoto instrumento accipies distantiam inter puncta 18. 18, quae mensurata supra scalam immobilem abscindet 10 4/5, quod quaerebatur.

Verum si quis quaereret 100 coronatos quot ungaricos faciant, illud praescire debet, coronatum septem, ungaricum decem libris aestimari; tum supra scalam immobilem accipiet quantitatem septem partium, post quam iste quaerit pecuniam, quae septem, quantum faciat de illa, quae decem valet; hanc punctis 10. 10 accommodabit, et immoto instrumento accipiet distantiam inter punta 100. 100, quam mensurabit supra scalam immobilem, et ostendet abscindere 70 punctum, quare inquiet 100 coronatos efficere 70 ungaricos. Quod si coronatum e. g. valeret 7 libras et 4 solidos, tunc coronatum et ungaricum resolveret ad solida, et in reliquis operatio erit similis priori.

Non absimili negotio possumus mercatorum quaestiones illas resolvere, per quas quaeritur spatio 4 annorum 120 coronatos ad 6 pro 100 quotannis, relicta usura supra sortem, et etiam supra usuram, quid sint lucraturi. Primum enim sic dispones numeros: 100 dant 106, quot dabunt 120? Ex scala immobili statim accipias distantiam a centro instrumenti ad punctum 120; hanc punctis 100. 100 per transversum accomodabis, et immoto instrumento accipies distantiam inter puncta 106. 106, quam, parum plus aperto instrumento, iterum applicabis punctis 100, et iterum immoto instrumento excipies distantiam inter puncta 106. 106: hoc autem quater repetes, pro numero scilicet annorum; ultimo acceptam distantiam mensurabis supra scalam immobilem, et invenies abscindere 152 punctum fere; quare inquies 120 coronatos spatio 4 annorum evasisse 152.

Si vero libeat, possumus etiam, semel accommodato instrumento, hanc quaestionem determinare, si accipiamus ex scala immobili distantiam 106 puncti a centro instrumenti, et hanc punctis 100. 100 per

transversum accommodabimus, ex immotoque instrumento accipiemus distantiam inter puncta 120. 120: si hanc enim supra scalam immobilem mensurabimus, habebimus usuram et sortem unius anni, nempe 127 1/3 fere; quod si, secundo, immoto instrumento, distantiam inter punctum 127 1/3 accipiemus, et hanc mensurabimus supra scalam immobilem, inveniemus 135 fere pro sorte et usura secundi anni, sicque successive per singulos annos procedendum erit.

Insuper sit aliquis, cui mercator spatio trium annorum solvere debeat 240 coronatos, hic in necessitate constitutus, ut statim possit suam exigere pecuniam, relinquit mercatori 10 pro 100, quaeriturque quantum illi mercator solvere debeat. Haec est conversa operatio prioris, ideo sic statues numeros: 110 remanent 100, quot remanebut 240? Accipias quantitatem 100 partium ex scala immobili, hanc aptabis 110. 110, et immoto instrumento excipies distantiam inter puncta 240. 240, quae mensurata supra scalam immobilem abscindet 118 1/5 et aliquid amplius; iterum ex immoto instrumento excipias distantiam inter puncta 218 1/5, hanc mensurabis supra scalam immobilem, abscindet 198 1/2 fere. Tertio et ultimo, excipies distantiam inter puncta 298 1/2, et hanc mensurabis supra scalam immobilem, et abscindet 180 fere, et haec erit pecuniae summa, quam debet iste a mercatore recipere (1).

E converso etiam quandoque hoc modo quaeritur: est quidam, qui accepta certa pecuniae quantitate a mercatore ad 5 pro 100, spatio duorum annorum illi reddidit 500 coronatos, quaeritur, inquam, quot coronatos prima vice acceperit. Sic disponantur numeri: 110 erant 100, quot ergo erant 500? in reliquis eadem erit methodus jam superius exposita.

Sed ut melius istius instrumenti usus pateat, lubet aliam methodum jam dictas operationes omnes perficiendi aperire, quae licet prima

(1) Ha volsuto arrisicarsi a non copiare, ed ecco l'ignoranza in campo. Tu, perchè guadagnando 10 per 100 si dice: se 100 doventa 110; hai creduto che nel perdere 10 per 100 si deva dire: se 110 riman 100; ed è una balorderia, perchè se tu vuoi perder 10 per 100, devi dire: se 100 riman 90 ec. Ma se tu vuoi perder più di 99 per 100 seguita di giuocar a questo giuoco. È dunque tutta questa operazione falsa. Ma è ben cosa ridicolosissima e ignorantissima il chiamare questa operazione conversa della precedente, essendo la medesima; perchè essendo in quella dati il numero degli anni, l'interesse, e il primo capitale nudo, il quesito è il capitale affetto dagli anni e dagl'interessi; sì che chi vuol convertire il problema, bisogna mettere il quesito tra i dati, e fare alcuno dei dati quesito. Ma qui dove tu dici: 240 scudi in tre anni affetti da usura dannosa di 10 per 100 che diventano? il quesito è il capitale affetto da usura dannosa; onde il problema non è altrimenti convertito. Ma il povero Capra, perchè il perdere è il contrario del guadagnare, ha creduto che questa usura dannosa faccia il problema converso di quello, che fu d' interessi utili.

fronte magis laboriosa videri possit, tamen exercitatis sine dubio jucundior erit. Proposita itaque aliqua quaestione arithmetica per auream regulam resolvenda, aperiatur instrumentum pro libitu, et vulgari aliquo circino excipiatur distantia inter puncta secundi numeri; haec, constricto vel dilatato instrumento pro rei necessitate, accommodetur punctis primi numeri, sicque relinquatur instrumentum, nec mutetur per vulgarem circinum accepta divaricatio, sed alio aliquo excipiatur distantia inter puncta tertii numeri, quae servetur; prioris circini divaricatio aptetur iterum punctis secundi numeri, et videatur quo incidat distantia tertii numeri jam jam servata, puncti enim illi quartum numerum inquisitum demonstrabunt. Ut si proponeretur quaestio: 50 dant 60, quot dabunt 20? aperirem, inquam, instrumentum pro libitu, et exciperem distantiam inter puncta 60. 60; hanc, parum dilatato instrumento, accommodarem punctis 50. 50 notatis, alioque circino ex sic immoto instrumento exciperem distantiam inter puncta 20. 20; mox priorem servatam distantiam iterum aptarem punctis 60. 60, postremamque distantiam inter puncta 20. 20 sumptam, viderem accommodari punctis 24. 24 praecise, quare dicerem 24 esse quartum numerum indagatum. Eademque fere operatione resolvitur etiam regula trium conversa, si loco secundi numeri accipiamus primum, loco primi tertium, et loco tertii secundum.

Figuram aliquam superficialem adaugere vel diminuere.

CAPUT VI.

Sit triangulus ABC (Tab. XI, Fig. 44), secundum quem alius triangulus constitui debeat, qui sit ter major. Vulgari circino accipias quantitatem alterius lateris, ut puta AB; secundum istam magnitudinem aperies instrumentum in aliquo numero pro libitu, ut e. g. haec circino assumpta quantitas accommodetur punctis 10. 10, et immoto instrumento accipiatur distantia inter puncta 30. 30; volumus enim triplum hujus lateris; secundumque hanc distantiam describatur latus DE, homologum AB: tunc iterum accipies quantitatem BC, quam punctis 10. 10 accomodabis, et immoto instrumènto excipies distantiam inter puncta 30. 30 pro latere EF, quod iterum facies pro latere CA. Hincque colligere licet instrumenti utilitatem, cum tam facili negotio possimus probl. 6 prop. 18, lib. VI Eucl., resolvere, quod alias nisi summo labore confici potest.

Nulli itaque dubium est quod hac ratione possumus urbis seu castri veram delineationem, dispositionemque ac situm tum majorem tum minorem reddere. Sed quia quando aliqua figura datur augenda vel diminuenda, non semper datur proportio secundum quam debet augeri vel diminui; quo in casu necessum est habere duas scalas exac-

tissime divisas, quarum una sit immobilis, altera autem mobilis, cum autem hae scalae ex instrumento hoc nostro exactissimae habeantur; ideo per aliud exemplum aliam operandi rationem demonstrare oportunum erit. Detur itaque urbis vel castri talis delineatio ABCDEF (Tab. XI, Fig. 45), insuper detur latus GH homologum CB, per quod describenda sit alia figura minor. Vulgari aliquo circino accipias lateris BC quantitatem, hanc supra scalam immobilem jam multoties nominatam mensurabis, et videbis abscindere punctum 20: iterum accipias quantitatem lateris GH, quam aperto instrumento per transversum punctis 20. 20 accommodabis, et haec erit scala mobilis, quae instrumenti dispositio amplius mutanda non erit, quare accipies quantitem laeteris CD, et hanc supra scalam immobilem mensurabis, et invenies abscindere 19 punctum; per transversum, ut jam dixi, ex immoto instrumento accipies distantiam inter puncta 19. 19 pro latere GI, sicque omnia alia propositae figurae veniunt describenda. Sed quia varia operandi ratio melius instrumenti usum declarare potest, ideo lubet per prioris exempli methodum hoc quoque problema absolvere. Invenias itaque proportionem CB ad GH, et secundum hanc omnia latera propositae figurae describas, ut circino vulgari accipias quantitatem CB, secundum quam pro libitu aperies instrumentum, ut, e. g., firmato uno pede circini in puncto 100, tantum aperies instrumentum donec alius circini pes cadat in alium punctum 100; tunc accipies quantitatem GH, et videbis quibus punctis per transversum possit accommodari, ut in hoc exemplo punctis 44. 44, quare dices CB habere illam proportionem ad GH, quam habet 100 ad 44. Aperias ergo secundum CD instrumentum in 100, et excipias distantiam inter puncta 44. 44, habebis enim quantitatem lateris GI; iterum aperias instrumentum in 100 pro quantitate lateris DE, et accipias distantiam inter puncta 44. 44, ut habeas quantitatem lateris IK; sicque de omnibus aliis lateribus facies donec tota figura secundum datam proportionem sit descripta.

Datis duabus lineis, tertiam proportionalem adjungere, ex quo patet solutio probl. 3, prop. 11, lib. VI Eucl.

CAPUT VII.

Sint duae lineae A et B (Tav. XI, Fig. 46), quibus invenienda sit tertia proportionalis continua; aperiatur instrumentum in quovis numero secundum quantitatem lineae A, et videatur quo incidat B; deinde secundum quantitatem lineae B, aperiatur in illo numero, in quo fuit apertum secundum A, et excipiatur distantia inter puncta illius numeri, in quibus fuit apertum secundum B, et haec ostendet lineae tertiae proportionalis quantitatem. Ut, e. g., secundum quantitatem lineae A aperiatur instrumentum in punctis 60. 60, tunc videatur quo

incidat quantitas lineae B, ut hic in 71. 71. Aperias itaque instrumentum donec quantitas lineae B accommodari possit punctis 60. 60, et immoto instrumento accipias distantiam inter puncta 75. 75, quae lineae C quantitatem ostendet, quod quaerebatur.

Datis duabus lineis tertiam, tertiae quartam, quartae quintam etc. continuas proportionales adinvenire.

CAPUT VIII.

Per hanc operationem facillimum erit resolvere probl. 4, prop. 12 lib. VI Eucl.; si namque propositarum linearum nota sit proportio, ut jam supra docuimus cap. V, inquiratur differentia inter dictas duas lineas, tunc aperto instrumento secundum quantitatem majoris lineae excipiantur intervalla differentiarum. Ut, e. g., dentur lineae A et B (Tab. XI, Fig. 47) in proportione ut 21 ad 28: aperiatur secundum quantitatem lineae B in 21, immotoque instrumento excipiatur distantia inter puncta 35. 35 pro linea C, inter puncta 42. 42 pro linea D, et sic de reliquis.

Datis tribus lineis, quartam proportionalem investigare.

CAPUT IX.

Non differt haec operatio a superiori: inquiratur enim proportio inter minorem lineam et mediam, et secundum quantitatem majoris lineae aperiatur instrumentum in punctis numeri minoris lineae, et excipiatur distantia inter puncta numeri mediae lineae, pro quantitate quartae proportionalis. Ut, exempli causa, in proximo superiori exemplo, dentur tres lineae A, B, C; inquiratur proportio lineae A ad lineam B. Ut aperiatur secundum quantitatem B, 50. 50, A cadet in 38 1/2: itaque circino aliquo accipias quantitatem lineae C, hanc punctis 38 1/2 per transversum accomodabis, et immoto instrumento accipies distantiam inter puncta 50. 50, quae exhibet lineam E quartam proportionalem; quod nihil aliud erit quam resolvere problema illud Pappi, quo docet tribus datis rectis lineis quartam invenire, quae sit ad tertiam ut prima ad secundam.

Secare datam rectam quamlibet secundum duo extrema ac media ratione.

CAPUT X.

Sit in proximo supra citato exemplo data recta E, quae sit secanda secundum duo extrema ac media ratione. Aperiatur pro longitudine

ejus semper in 100. 100, et immoto instrumento excipiatur intervallum inter puncta 38. 38, quod transferatur in lineam datam, hocque illud est quod docet Euclides, probl. 10, prop. 30, lib. VI.

Usus lineae superficierum. Inter datas duas superficies similes proportionem elicere.

CAPUT XI.

Sint A et B (Tab. XI, Fig. 48) duo latera homologa duarum superficierum similium; aperiatur secundum quantitatem A in aliquo numero, ut puta in 60. 60, et videatur quo incidat B, ut in 25. 25, istique duo numeri indicant proportionem harum superficierum, prout superius dictum fuit in prima linea linearum. Si autem acceperis distantiam sic immoto instrumento inter puncta 85. 85, habebis alterum latus C, ex quo poteris construere figuram aequalem duabus datis. Tandem si accipies intervallum inter puncta 35. 35, habebis latus D aequale differentiae laterum A, B.

Datum triangulum dividere lineis aequidistantibus in partes aequales.

CAPUT XII.

Sit triangulus ABC (Tab. XI, Fig. 49) dividendus in quinque partes aequales; aperiatur secundum latus AB in 5. 5, et excipiantur numeri ab unitate usque ad quinque, et imprimantur puncta in linea AB. Deinde iterum aperiatur in quinque secundum AC, et fiat ut jam factum fuit cum AB; ducantur parallelae ad puncta opposita, et sic triangulus erit divisus in quinque partes aequales. Accommodato enim, ut jam diximus, instrumento, excipies distantiam inter puncta 1. 1, et firmato uno circini pede in puncto A, secabis AB in D, sicque successive ad quinque.

Datam aliquam superficiem dividere secundum datam proportionem.

CAPUT XIII.

Si nulla alia ratione, saltem quidem propter hoc admirabilis est hujus circini usus. Sint enim tres viri, inter quos dividendus sit campus ABCD (Tab. XI, Fig. 50), quorum primus accipit tres perticas et 7 pedes, secundus accipit 5 perticas et 3 pedes, tertius tandem accipit 7 perticas et pedem unum. Nulli dubium est quod difficillimum

foret has fractiones reperire, quas tamen harum linearum beneficio per quam minimo negotio possumus determinare. Constituantur enim secundum proportionem uniuscujusque tres lineae in linea linearum, prout cap. 1 docuimus, quarum singula contineat singuli viri partes petitas; ut in exemplo videre est lineam E, quae continet tres perticas et septem pedes, lineam F, quae continet 5 perticas et tres pedes, et lineam G, quae continet septem perticas et pedem unum. Ex omnibus his fiat una recta linea H, et opponantur singuli viri partes, ut patet per I, K, L; deinde aperiatur secundum quantitatem hujus lineae in 100, et videatur ubi AB alterum latus campi incidat, ut in hoc exemplo in 36. 36, deinde aperiatur secundum singulas partes istius lineae in 100. Ut, e. g., accipies partem lineae HI, quae continet septem perticas et pedem unum, et secundum istam aperies instrumentum in 100. 100, quo immoto excipies distantiam inter puncta 36. 36, per quam, firmato uno pede circini in puncto A, secabis latus campi AB in M; iterum accipies partem lineae IK, quae continet quinque perticas et tres pedes, et secundum hanc aperies in 100, immoto instrumento excipies distantiam inter puncta 36. 36, firmatoque uno pede circini in puncto M, alio secabis dictum latus AB in N; quod si tandem acceperis partem KL, quae continet tres perticas et septem pedes, et secundum hanc aperueris instrumentum in 100. 100, et illo immoto exceperis distantiam inter puncta 36. 36, firmato postmodum uno circini pede in N, videbis alium circini pedem secare praecise punctum B; si hoc idem facies cum latere CD, totum campum secundum datam divisionem distributum videbis. Notandum etiam quod si loco lateris AB et CD, accipies AC et BD, operatio et divisio eadem erit.

Mediam proportionalem inter datas duas lineas invenire, et consequenter probl 3, prop. 13, lib. VI Eucl. resolvere.

CAPUT XIV.

Sint A et C (Tab. XI, Fig. 51) datae duae lineae, inter quas oportet invenire mediam proportionalem. In linea linearum, ut superius dictum fuit, quaeratur proportio inter lineam A et lineam C, quae in hoc exemplo sit ut 66 ad 100. Accipias itaque aliquo circino totam lineae C quantitatem, haec punctis 100. 100, lineae superficierum accomodetur, immotoque instrumento excipiatur distantia inter puncta 66. 66 ejusdem lineae, quae mediam proportionalem B exhibet quod fuerat propositum.

Hac methodo, si inter integram basim et mediam perpendicularem alicujus trianguli quaeremus mediam proportionalem, habebimus latus quadrati trianguli. Ut detur triangulus ACB (Tab. XI, Fig. 52), cujus perpendicularis sit CD, quaeratur proportio inter totam basim

AB, et dimidiam perpendicularem CE, quae in hoc exemplo est ut 100 ad 11. Aperiatur itaque in linea superficierum secundum quantitatem AB in 100, et excipiatur distantia inter puncta 11. 11, quae latus F quadrati trianguli demonstrabit.

Datis tribus superficiebus quartam proportionalem adjungere.

CAPUT XV.

Sint duo circuli A et B et figura C (Tab. XI, Fig. 53), cui sit invenienda quarta proportionalis, qualem proportionem habet A ad B ex linea superficierum quaeratur proportio A ad B, quae hic est ut 100 ad 56, tunc aliquo circino accipias quantitatem alterius lateris figurae C, et secundum illam aperias dictas lineas in 100, et immoto instrumento excipies distantiam inter puncta 56. 56 pro latere D alterius figurae describendae; hocque idem facies de omnibus aliis lateribus.

Non absimili ratione etiam si dentur duae superficies possumus tertiam proportionalem invenire. Ut in superiori exemplo dantur duo circuli A et B, quorum proportio, ut vidimus, est ut 100 ad 56, si minorem circulum desideramus, aperiatur secundum diametrum vel semidiametrum circuli B in 100, et excipiatur intervallum inter puncta 56. 56 pro minori circulo E; quod si majorem desiderares, necessum esset accomodare quantitatem diametri, vel semidiametri A, punctis 56. 56, et excipere intervallum inter puncta 100 pro majori circulo F. Eadem fere prorsus operatione, datis pluribus figuris possumus aliam illis aequalem construere; ut si quaeratur circulus aequalis tribus datis A, B, E, accipiatur quantitas semidiametri A, secundum quam aperiatur in hac linea pro libitu, ut puta in 20. 20, immoto instrumento accipimus quantitatem semidiametri B, et videbimus quo incidat, ut in exemplo in 11. 11, additis 11 et 20, faciunt 31; tertio accipimus quantitatem semidiametri E, et videbimus quibus punctis possit accomodari, et sit punctis 6. 6, his additis punctum faciunt 37, quare ex immoto instrumento accipiemus distantiam inter puncta 37. 37 pro semidiametro circuli F, qui erit aequalis tribus datis A, B, E. Hincque habetur solutio 6 probl. quod doctissimus Clavius ex Pythagora excerpsit, dum scilicet docet propositis quotcunque quadratis sive aequalibus, sive inaequalibus, invehire quadratum omnibus illis aequale, quod cum ex jam dictis satis manifestum sit, hoc insuper declarare superfluum credo. Non ab re tamen erit admonere, dictam methodum facilem nobis resolutionem sequentis 7 probl. praestare, quo docetur propositis duobus quadratis quibuscunque, alteri illorum adjungere figuram, quae reliquo quadrato sit aequalis, ita ut tota figura composita sit etiam quadrata. Si enim datis duobus quadratis unicum illis aequale invenies, ut jam dictum fuit, et hoc descripseris circa latera

alterius quadrati habebis optatum. Haecque proportionum methodus adeo diffusa est, ut qui illam omnino explicare conaretur, non satis commode dicendi finem invenire posset. Illud tamen silentio involvendum non credo, quod si proposita esset amphora continens mensuram, et quaereret aliquis aliam quae duas, quae tres, vel quatuor contineret, hoc dicto citius poterit absolvi: acceptis enim dimensionibus propositae amphorae, si illas pro libitu applicuerimus aliquibus punctis hujus lineae, tum ex immoto instrumento exceperimus duplum, triplum, vel quadruplum, habebimus dimensiones amphorae petitae. Insuper etiam si esset fons, e. g., sex laterum, qui per canalem accepta aqua repleatur spatio duarum horarum, quaeratque aliquis alium construere, vellens ejusdem omnino altitudinis, ac similis basis ac orificii, qui spatio unius horae aqua per eundem canalem accepta repleatur, cujus magnitudinis sit futurus; accipiantur orificii propositi fontis dimensiones, quae pro libitu aptentur aliquibus punctis dictae lineae, et ex immoto instrumento excipiatur dimidium, ut si datae dimensiones aptatae essent punctis 20. 20, excipiatur intervallum inter puncta 10. 10, pro futuri fontis dimensionibus (1).

Datam superficiem immutare in aliam cujus alia sit aequalis primae datae.

CAPUT XVI.

Esset equidem haec operatio difficilis, sed omnem difficultatem superat instrumentum hoc nostrum. Sit enim triangulus A (Tab. XI, Fig. 54), cui rumbus aequalis triangulo A quoad aream, sed rumbo B similis, fieri debeat. Primo quaeratur inter basim et dimidiam perpendicularem trianguli A media proportionalis, quae sit C; deinde ipsius rumbi B media etiam proportionalis, quae sit D; denique quaeratur quarta proportionalis ipsarum D, C hoc scilicet modo, si latus quadrati quod est D rumbi B, dat latus falsum rumbi B, quid dabit quadrati veri C trianguli A, provenit latus veri rumbi. Hoc est videas quam proportionem habeant latera rumbi falsi, ut puta FG, et proportionalis D; et in hoc exemplo sit ut 100 ad 53, postea secundum quantitatem lateris C aperies in linea superficierum in 100, et excipies distantiam inter puncta 53. 53 pro latere E. Indeque habere

(1) Per non mostrare quest' infelice d' intender meglio le proporzioni dei solidi che quelle delle superficie, eccoci che con queste anfore si crede, col duplicare o triplicar le superficie, aver duplicati o triplicati i solidi. Dio li renda il conoscimento. Ha avuto un poco più del discreto nella fontana dicendo di voler servare la medesima altezza, che così starà bene: ma da questa sua incostanza si vede che non intende, e, o ruba quel che dice, o l'indovina per ventura.

poteris solutionem probl. 7, prop. 25, lib. vi Eucl., quo docet dato rectilineo simile, similiterque positum et alteri dato aequale, idem constituere.

Extractio radicis quadratae.

CAPUT XVII.

Jam ventum est ad postremam sed perutilem harum linearum operationem, qua facili methodo, ni fallor, omnem radicem quadratam extrahere docebimus. Duplici itaque via possumus harum linearum auxilio omnem radicem quadratam extrahere, licet postea nonnulla veniant notanda circa utranque methodum, prout numeri erunt maximi, minimi, vel medii. Sit ergo extrahenda radix quadrata mediocris alicujus numeri, ut 1600, considerentur in hoc, et in quovis alio dato numero centesimo, nam numeri centum radix quadrata est 10, habebimus itaque in dato numero decem sedecies, itaque aperiatur instrumentum utcunque, et aliquo circino excipiatur distantia inter puncta 10. 10 lineae linearum, haec accomodetur punctis 1. 1 lineae superficierum, et immoto instrumento accipiatur distantia inter puncta 16. 16 lineae superficierum, quae servetur; prior circini divaricatio, idest apertura inter puncta 1 et 1 in linea planorum accepta, denuo accomodetur punctis 10 et 10 lineae linearum, et immoto instrumento videatur quibus punctis lineae linearum possit accommodari posterior circini vulgaris apertura, qua distantiam 16. 16 accepisti, ut in hoc casu punctis 40. 40, quare dices radicem quadratam 1600 esse 40.

Secundo, potest hoc idem praestari hac ratione: semper ex scala immobili accipies distantiam 40 puncti a centro instrumenti, hanc punctis 16. 16 lineae superficierum per transversum applicabis; constituto sic instrumento a numero dato abjicies duas postremas figuras, et residui accipies intervallum, quod mensuratum supra scalam immobilem dat radicem quadratam. Ut si quis expeteret radicem quadratam 8920; primum accommodabimus instrumentum ut jam dictum fuit, ex dato numero rejectis duabus postremis figuris relinquitur 89, quare ex immoto instrumento accipimus distantiam inter puncta 89. 89 lineae superficierum, hanc supra scalam immobilem mensurabimus, et abscindet 95 fere, qualem scimus esse proximam radicem quadratam numeri 8920. Circa hactenus dicta notandum, quod si duae ultimae figurae excedunt 50, relicto numero unitas sit addenda, ut si proponeretur numerus 5859, abjectis figuris relinquitur 58; sed quia duae figurae postremae excedunt 50, ideo pro 58 accipimus 59 Secundo, si numeri sint maximi accipiatur ex scala immobili quantitas 100 partium, haec per transversum accomodetur punctis 10. 10 lineae superficierum, a proposito numero abjiciantur tres ultimae figu-

rae, in reliquis omnia eadem manent ut in superioribus. Si enim consilium esset extrahere radicem quadratam numeri 23130, primum accommodabimus instrumentum ut jam dictum fuit, abjiciemus tres postremas notas et relinquetur 23, excipiemus distantiam inter puncta 23. 23 lineae superficierum, quam mensurabimus supra scalam immobilem, et abscindet 152, proximam radicem quadratam dati numeri.

Tandem si numeri sint minimi, accommodabimus instrumentum, ut in prioribus exemplis dictum fuit, a numero dato nihil abjiciendum, sed statim ex lineis superficierum competentem distantiam accipiemus pro radice quadrata; notandum tamen quod in hoc casu lineae linearum decimae unitates nobis significant, unitates autem decimas partium. Ut si constitutum esset radicem quadratam 49 inquirere, accomodamus instrumentum, vel enim aperimus utcunque, et distantiam inter puncta 10. 10 lineae linearum accommodamus punctis 1. 1 lineae superficierum, vel ex scala immobili accipimus quantitatem 40 partium, et hanc punctis 16. 16 lineae superficierum applicamus, et immoto instrumento excipimus distantiam inter puncta 49. 49 dictarum linearum, quae vel supra scalam immobilem mensurata abscindit 70 partem, vel aptato instrumento ad priorem constitutionem, per transversum applicata, punctis 70. 70 praecise convenit: cum itaque, ut dictum fuit, decimae istius lineae in hoc casu integras partes denotent, ideo dicendum erit 7 esse radicem quadratam numeri 49. Haecque est methodus extrahendi radicem quadratam, quam quidem utilem futuram militibus neminem dubitaturum credidero. Sed quoniam hac ratione possumus quidem facillime acies quadratas disponere, verum non alterius figurae, non inconvenit hoc loco per unicum exemplum demonstrare quomodo hujus instrumenti beneficio possimus omnes acies cujuscumque figurae statim disponere. Si quis enim non acies quadratas sed alterius figurae desideraret, ut e. g. aliquis 8516 milites ita disponere vellet, ut ubi in anteriori parte sunt octo, ad latera sint quinque, hoc non multo negotio hujus circini auxilio absolvere poterit. Primum enim accipiet numeros progressionis traditos, nempe 8 et 5, his 0 addet ut pro 8 efficiat 80, pro 5, 50; tandem ut possit aciei partem anteriorem invenire, aliquo circino ex scala immobili accipiat quantitatem 80 partium, hanc per transversum accomodabit punctis 40. 40, hoc est numero producto ex multiplicatione numerorum progressionis; a numero militum abjiciat unitates et decimas, hoc est duas ultimas figuras, et relinquetur 85; excipiat distantiam ex immoto instrumento inter puncta 85. 85, quam si mensurabit supra scalam immobilem, videbit illam abscindere 117 punctum, quare merito pronunciabit istius aciei frontem continere dictum militum numerum. Latera etiam non absimili negotio inveniuntur. Ex scala enim immobili accipiatur quantitas 50 partium, haec per transversum applicetur punctis 40. 40 lineae superficierum, et immoto instrumento excipiatur distantia inter puncta 85. 85, quae

supra scalam immobilem mensurata exhibet latera 73 militum. Vel ex scala immobili accipias quantitatem 117 partium, qualis fuit anterior pars aciei, haec per transversum accomodetur punctis 80. 80 lineae linearum, vel si illo numero applicari non possit, accomodetur punctis 160. 160, et excipiatur distantia vel inter puncta 50. 50, si prior distantia fuit aptata punctis 80. 80, vel inter puncta 100. 100, si fuit accomodata punctis 160, quae mensurata supra scalam immobilem exhibet praecise eadem latera 73 militum, prout propositum fuerat inquirendum; haecque sufficiant pro explicatione lineae superficierum.

Usus lineae solidorum: Inter data duo vel plura solida similia proportionem elicere, et aliud illis simile construere.

CAPUT XVIII.

Explicatis illis operationibus, quae per lineam superficierum perficiuntur, jam ad lineam solidorum transeundum, in qua primum, ut in linea linearum, et in linea superficierum fecimus, inter data duo vel plura solida proportionem invenire docebimus. Sint ergo A, B, C, D (Tab. XII, Fig. 55) latera homologa quatuor solidorum similium: latus A aliquo circino accipiatur, et secundum ejus quantitatem aperiatur instrumentum in linea solidorum pro libitu, ut in 100; tunc accipiatur latus B, et videatur quibus punctis possit accomodari, ut in hoc exemplo punctis 76. 76; mox accipies latus C, et videbis aptari punctis 51. 51; tandem accipies latus D, quod congruet punctis 31. 31, et sic habebis solidorum proportionem inter se. Quod si desiderares solidum datis aequale, invicem addas numeros omnes proportionum, summam excipias ex immoto instrumento; ut in exemplo A habet proportionem ad B ut 100 ad 76, ad C ut 100 ad 51, ad D ut 100 ad 31, isti numeri invicem additi faciunt summam 158, verum supponamus lineam nostri instrumenti non excedere primum 100, non enim inconvenit, inde enim melius potest illius usus percipi; ideo ex D et C fiat unicum latus, ut apparet in exemplo E, tunc iterum aperiantur dictae lineae pro magnitudine lateris E, sed in minori numero, ut puta in 30, videatur quo incidat A, et sit, e. g., in 9 1/2, iterum videatur quo incidat B, et sit in 7 1/3, tunc isti tres numeri invicem additi faciunt summam 46 5/6, quare ex immoto instrumento accipimus distantiam inter puncta 46 5/6 pro latere F, quod aequale erit omnibus datis lateribus.

Datis duobus vel pluribus solidis similibus unum ab altero subtrahere.

CAPUT XIX.

Si sint plura solida una, quaerantur proportiones alterius ad alterum ut supra dictum fuit, et fiat additio, ut omnino factum fuit in superiori exemplo pro latere F; sit modo subtrahenda linea lateris homologi G, quaeratur proportio inter G et F, quae in superiori schemate sit ut 100 ad 34, subtrahantur 34 ex 100, relinquuntur 66, ex immoto instrumento excipiatur distantia inter puncta 66. 66 pro latere H, et ita facta erit subtractio, quae proposita fuit. Similiter, propositis duobus solidis, quorum alter sit noti ponderis indagare, ut si F esset diameter sphaerae 24 librarum, G autem esset diameter sphaerae ignoti ponderis, accipiemus totam F quantitatem, hanc punctis 24. 24 applicabimus, et videbimus quo incidat diameter G, ut in hoc casu in 8 1/3, quare pronunciabimus, sphaerae cujus diameter est G, pondus esse librarum 8 1/3.

Dato solido quocunque, illud omni multiplici proportione augere et minuere.

CAPUT XX.

In praefato superiori exemplo sit diameter sphaerae librarum octo, et desideretur alia librarum quinque, et alia librarum quinquaginta; accipiatur quantitas C, circino aliquo haec accomodetur per transversum punctis 8. 8 lineae solidorum, et ex immoto instrumento excipiatur distantia inter puncta 5. 5 pro linea D, quae ostendit diametrum sphaerae quinque librarum; similiter excipiatur distantia inter puncta 50. 50 pro linea E, quae ostendet diametrum sphaerae quinquaginta librarum. Non absimili operandi modo possumus probl. 5, prop. 27, lib. XI Eucl. resolvere, quod docet a data recta linea dato solido parallelepipedo simili, similiter positum solidum parallelepipedum describere.

Datum solidum in partes petitas dividere, atque etiam datis duobus vel tribus solidis tertium et quartum proportionale adjungere.

CAPUT XXI.

Dividatur superficies solidi ea ratione, qua in linea superficierum Cap. X et XI docuimus dividere superficies, nempe in oppositis

partibus, conjugantur parallelis lineis divisiones, dictumque solidum divisum erit in partes petitas (1). Insuper dentur duo vel tria solida, et quaeratur tertium vel quartum proportionale, operatio est illa eadem, quae in linea superficierum fuit explicata, tantum pro lineis superficierum accipi debent lineae solidorum.

Datis duobus solidis, duo media proportionalia elicere.

CAPUT XXII.

Sint A et B (Tab. XII, Fig. 56) data duo solida, quibus invenienda sint duo media proportionalia. Aperiatur in linea linearum secundum majus in quovis numero, ut in 90, et videtur quo inter B, videlicet in 37, deinde aperiatur in solidorum linea in 37 secundum B, et excipiatur distantia inter puncta 90. 90 pro minori medio proportionali C. Deinde aperiatur secundum quantitatem A in 90, et excipiatur distantia inter puncta 37. 37 pro majori medio proportionali D, quod fuit propositum.

Dato parallelepipedo, aequalem cubum construere.

CAPUT XXIII.

Sit altitudo parallelepipedi CD (Tab. XII. Fig. 57), latitudo CB, longitudo AB, oporteat cubum aequalem ipsi construere. Quaeratur quadratum basis BAC, idest inter BA et CB quaeratur media proportionalis, ut supra in linea superficierum fuit dictum, sitque recta E. Deinde inter E, quadratum basis parallelepipedi, et ipsius altitudinem CD, duae mediae proportionales inveniantur, ut in praecedenti monstravimus, quae sint F et G, dico quod cubus constructus ex F aequalis sit parallelepipedo dato, quod est propositum.

Mutare sphaeram in cubum.

CAPUT XXIV.

Sphaerae propositae invenias lineam potentem majoris circuli, ut, exempli gratia, sit major circulus sphaerae ABC (Tab. XII, Fig. 58), hujus circuli invenias quadratum, prout inferius, cap. 38, demonstrabimus, cujus latus sit D; inter latus quadrati D et duas tertias diametri

(1) Ignoranza immensa, poiché appresso quest'uomo tutti i solidi son prismi. Inoltre i capitoli X e XI non hanno che far qui; e se intende di altri solidi, l'operazione è falsa.

ipsius sphaerae, nempe AE, inveniantur duo media proportionalia, prout cap. 22 docuimus, haec autem sint F et G; ex secundo, nempe ex G, scilicet majori, fiat cubus, et habebimus operatum.

Duas medias proportionales invenire.

CAPUT XXV.

Similiter, propositis duabus lineis cognitae magnitudinis, harum linearum beneficio facili negotio possumus duas alias proportionales invenire, quod similiter intelligendum si non essent duae lineae, sed duo numeri. Ut si in superiori exemplo, cap. 22, posito A esse 16 partium, D 14 1/2, et necessum esset duas medias proportionales, vel lineas, vel numeros, indagare; primum accipimus quantitatem lineae D, quam per transversum accommodamus punctis 16. 16 harum linearum, et ex immoto instrumento excipimus distantiam inter puncta 14. 14 1/2 pro linea B, quae supra scalam immobilem mensurata dat 13, primum provenientem numerum proportionalem; hanc distantiam iterum, parum constricto instrumento, accommodamus punctis 16. 16, et accipimus distantiam inter puncta 14. 14 1/2 pro linea F, quae supra scalam immobilem mensurata, 12 1/2 fere perhibet, secundum numerum proportionalem provenientem.

Extractio radicis cubicae.

CAPUT XXVI.

Haec, quae alias non exercitatis difficilis videri solet operatio, explebit tractatum lineae solidorum. Duplicem itaque viam extrahendi radicem cubicam, prout de quadrata factum fuit, explicabimus: sit enim extrahenda radix cubica 8000, primo consideretur quoties 1000 contineatur in dato numero, nam ejus radix est 10, manifestum autem 1000 in 8000 octies contineri; ideo aperiatur instrumentum pro libitu, et uno vulgari circino accipiatur distantia inter puncta 1. 1 lineae solidorum, haecque servetur; mox alio circino non variato instrumento excipiatur distantia inter puncta 8. 8 earundem linearum; deinde prior accepta distantia accommodetur punctis 10. 10 lineae linearum, et videatur quibus punctis in dicta linea conveniat secunda distantia accepta, ut hic punctis 20. 20, quare dicendum cubicam radicem 8000 esse 20.

Alia ratione progredi etiam possumus. Sit enim extrahenda radix cubica 59342. Primum, ex scala immobili accipias quantitatem 40 partium, hanc per transversum punctis 64. 64 lineae solidorum aptabis, sicque instrumentum accommodatum erit ad extrahendas radices cu-

bicas; a numero dato tres postremas figuras abjicias, reliquum erit 59; igitur excerpas distantiam inter 59. 59 lineae solidorum, quae mensurata supra scalam immobilem abscindet 39 punctum fere: quare dices radicem cubicam propositi numeri esse 39. Si autem ex abjectione trium postremarum figurarum relinqueretur major numerus, quam ex hac linea excerpi possit, ut si quis quaereret radicem cubicam 184231, abjectis tribus ultimis figuris, relinquitur 184, qui quidem numerus ex hac linea non potest haberi, ideo accommodato instrumento, ut jam dictum fuit, accipimus distantiam inter medietatem propositi numeri, nempe inter puncta 92. 92, hanc aperto instrumento aptamus aliquo numero, cujus duplum in hac linea haberi possit, ut, exempli gratia, punctis 40. 40, et immoto instrumento excipimus distantiam inter puncta 80. 80, quam mensuramus supra scalam immobilem, et habemus 56 fere, quem dicimus ostendere proximam radicem cubicam propositi numeri 184231, quae quaerebatur. Tandem si numerus propositus sit maximus, ut si propositum esset inquirere radicem cubicam 2000000, tunc ex scala immobili accipias quantitatem 100 partium, hanc accommodabis punctis 100. 100 lineae solidorum, et a proposito numero abjicies quatuor ultimas notas, residuum erit 200, qui numerus in hac nostra linea non habetur, ideo accipies distantiam inter puncta 100. 100, et hanc accommodabis punctis 40. 40, et immoto instrumento excipies distantiam inter puncta 80. 80, quae mensurata supra scalam immobilem dabit radicem cubicam 126 fere.

Usus lineae metallicae. Data sphaera cujuscunque metalli, magnitudinem alterius sphaerae ejusdem ponderis, ex alio tamen metallo constructae, indagare.

CAPUT XXVII.

Jam, Deo auspice, pervenimus ad postremam lineam, metallicam scilicet, quae et ipsa sua utilitate non caret. Si enim data diametro alicujus sphaerae cujuscunque metalli, propositum esset quaerere diametrum ejusdem ponderis sphaerae, sed alterius metalli, nulli dubium quod absque hac linea difficillimum esset hoc praestare; nos tamen si A (Tab. XII, Fig. 59) esset diameter sphaerae ferreae, quaereretur que cujus magnitudinis futura sit haec sphaera, si ex cupro construenda esset, circino aliquo accipiemus quantitatem lineae A, aperto instrumento hanc accommodabimus punctis lineae metallicae signatis *Fer. Fer.*, et immoto instrumento excipiemus distantiam inter puncta signata *Cup. Cup.*, et haec ostendet diametrum B sphaerae ex cupro fabrefactae.

Sic etiam si desiderares proportionem metallorum inter se, facili

negotio hoc cognosces; ut si, v. g., desiderares cognoscere proportionem auri ad mercurium, circino aliquo accipias distantiam puncti in linea metallorum signati *Mer.* a centro instrumenti, secundum hanc aperies utcunque in linea solidorum, ut, v. g., illam applicabis punctis 100. 100, iterum accipies distantiam puncti *Aur.* notati a centro instrumenti, et videbis quibus punctis lineae solidorum possit aptari, ut in hoc exemplo punctis 80. 80; quare inquies proportionem auri ad mercurium esse ut 100 ad 80, ex quo colligere est aurum esse magis ponderosum ad 20 pro 100.

Non absimili negotio, si quis habens vas aliquod cupreum 30 librarum, volens simile aliud vas ex argento fabricare, peteret quot argenti librae requirantur, possumus statim hoc scire; circino enim aliquo accipimus distantiam puncti in linea metallorum *Ar.* signati a centro instrumenti, et hoc quia vas debet esse argenteum; hanc distantiam accommodamus punctis 30. 30 lineae solidorum; tunc iterum accipimus distantiam puncti *Cup.* signati a centro instrumenti, et videbimus quibus punctis lineae solidorum, non variata tamen prima dispositione instrumenti, possit aptari, ut in hoc exemplo 40. 40, ideo dices 40 argenti libras necessarias esse ad futuram argentei vasis fabricam.

Cognito corporis metallici pondere, investigare alterius metalli pondus, quod sit simile et aequale, attamen diversi ponderis metallo dato.

CAPUT XXVIII.

Pendet haec operatio a proposita proportione metallorum, fitque hoc modo. Sit ABC (Tab. XII, Fig. 60) cubùs repletus mercurio, cujus pondus sit novem librarum, quaeritur, si idem cubus impleatur cupro, cujus ponderis erit. Accipiatur latus AB uno circino, aperiatur secundum acceptam quantitatem in punctis argenti vivi, et immoto instrumento accipiatur divaricatio cupri, deinde aperiatur secundum jam acceptam distantiam cupri in linea solidorum in 9. 9, et videatur quo incidat alter circinus accepti spatii inter puncta mercurii, quod fiet fere in 5 2/3, quod erit pondus cubi impleti cupro, quod quaerebatur.

Dato corpore metallico, aliud construere aequalis ponderis, sed diversae magnitudinis.

CAPUT XXIX.

In supra notato schemate sit ABC cubus stanneus et desideretur, si alius fieri deberet argenteus, cujus magnitudinis sit futurus. Ape-

riatur in punctis stanni secundum omnia latera cubi, et excipiatur intervallum punctorum argenti, et ex inventis lateribus argenti construatur cubus similis alteri, qui magnitudine erit diversus, sed pondere tamen aequalis. Quod unico exemplo demonstrare possumus: circino aliquo accipiatur quantitas alterius lateris, ut puta AB, secundum quam aperiatur in punctis *Stan. Stan.*, et ex immoto instrumento excipiatur distantia inter puncta *Arg. Arg.* pro latere D, hacque eadem methodo omnia alia latera erunt accipienda, donec totus cubus sit constructus.

Quomodo propositae sphaerae noti ponderis diametro cognita, possimus has lineas accommodare, ut libratoribus exactissime inservire possint.

CAPUT XXX.

Constat omnibus metalla inter se esse diversa ratione ponderis, tum apud diversas gentes variam esse ponderum quantitatem, quare qui instrumentum universale (vulgariter chalibro dicitur) desiderat, illud absque omni dubio debet esse mobile, ad hoc ut possit diversis ponderibus diversarum gentium, et diversis metallis accommodari; hoc autem istius instrumenti beneficio praestari posse, assumpto exemplo facillime demonstrabimus. Si namque esses Mediolani, et optares instrumentum accommodatum juxta rationem ponderis illius civitatis, inquiras diametrum alicujus sphaerae, e. g., plumbeae noti ponderis, ut puta 20 librarum; hanc diametrum vel in instrumento, vel alibi signabis, ita ut quotiescumque libuerit, integram ejus quantitatem habere possis; quando itaque necessum erit aptare instrumentum, ita ut accepta quantitate oris alicujus tormenti bellici possis scire pondus metalli, puta plumbi, quod injici debet, statim accipias diametrum sphaerae 20 librarum supra notatam, secundum quam aperies lineas solidorum in 20. 20, hoc est secundum pondus sphaerae cujus diametrum assumpsisti; tunc accepta oris tormenti bellici quantitate, videatur quo incidat, ex numero enim punctorum cognoscemus pondus sphaerae requisitae. Sin vero quis quaereret quantum ferri illud idem instrumentum bellicum recipiat, accipies diametrum pilae plumbeae servatam, et pro illius magnitudine aperies in punctis *Plum. Plum* notatis, et immoto instrumento accipies divaricationem ferri, quam accommodabis punctis 20. 20 lineae solidorum, videbisque quo incidat oris tormenti bellici quantitas, ex numero enim punctorum elicies quantitatem ferri requisiti.

Dato corpore metallico, dimensiones alterius diversi ponderis et diversi metalli inquirere.

CAPUT XXXI.

Quaerat aliquis, si data forma tormenti bellici ferrei 14 librarum, aliud cupreum 6000 librarum construendum esset, omnes ejus dimensiones. Accipias alicujus partis dimensionem, secundum hanc aperies instrumentum in punctis *Fer. Fer.*, et immoto instrumento excipies distantiam inter puncta *Cup. Cup.*, hanc punctis 14. 14 lineae solidorum aptabis, immoto instrumento excipies distantiam inter puncta 100. 100, quae ostendet futuri tormenti bellici quaesitam dimensionem, quando illius pondus esset 100 librarum; sed postquam, ut diximus, debet esse 6000, ideo hanc distantiam aptabis alicui numero dictarum linearum, cujus alium 60 majorem habere possis, ut, e. g., punctis 1. 1, et immoto instrumento excipies distantiam inter puncta 60. 60, quae ostendet quaesitam dimensionem futuri tormenti bellici cuprei. Haeque ratione omnes alias dimensiones facili negotio invenire poteris. Verum si futurum tormentum bellicum non ex solo cupro, sed stanno mixto componendum esset, ut si, e. g., in tribus libris cupri miscenda esset libra stanni, tunc necessum erit portionem illam lineae metallicae in utroque crure instrumenti, quae est a puncto cupri ad punctum stanni, in quatuor aequales partes dividere, et relictis tribus partibus versus stannum, aliam partem subtili nota signare, hisque punctis utendum erit loco punctorum *Cup. Cup.*; reliqua omnia manent ut in superiori exemplo. Notandum insuper, quod una inventa dimensione, ut superius dictum fuit, facili negotio lineae linearum beneficio possumus omnes alias indagare, reperta prius proportione dimensionis datae ad inventam. Ut, e. g., A erat crassities posticae partis tormenti bellici, B vero dimensio inventa (Tab. XII, Fig. 61); pro futura fabrica volumus inquirere aliam dimensionem, quaecumque sit, itaque alia dimensio C, invenias quam proportionem habeat B ad A, quae in hoc casu est ut 250 ad 29. Accipias itaque quantitatem C, et secundum hanc aperies in linea linearum in 29, et immoto instrumento excipias distantiam inter puncta 250. 250 pro linea D, quae ostendet dimensionem quaesitam.

Usus lineae quadrantis, haecque est interior in postica parte instrumenti. Proportiones inter angulos uniuscujusque trianguli nullo angulo noto investigare.

CAPUT XXXII.

Explicata anteriori parte instrumenti, jam transeundum ad posticam partem, et primum ad lineam quadrantis, cujus auxilio quaerimus proportiones inter angulos uniuscujusque trianguli nullo angulo noto investigare. Sit itaque triangulus ABC (Tab. XII, Fig. 62), utcunque ex singulis angulis arcus describantur qualescumque per sua latera, ut apparet per litteras D, E, F, G, H, I, eadem divaricatione circini aperiatur in hac linea quadrantis in punctis 60. 60, deinde sumatur distantia sectionum arcus facti in lateribus, ut pro angulo B sumatur distantia inter puncta I et F, pro angulo C inter H et E, pro angulo A inter D et G, immoto instrumento videatur in quem graduum numerum incidant singuli termini arcuum, qui ostendent magnitudinem angulorum, quae quaerebatur (1).

Duos arcus similes addere, eorumque graduum numerum determinare.

CAPUT XXXIII.

Sint arcus similes qui ex eadem diametro fuerunt deducti, ut est A et B (Tab. XII, Fig. 63), aperiatur secundum semidiametrum ipsorum in 60. 60, et accipiantur termini ipsorum arcuum, et videatur in quem numerum graduum incidant, ut in hoc exemplo A erit 43 partium, B vero 70, deinde secundum eandem diametrum ducatur arcus, vel circulus C, in quem transferantur mensurae arcuum datae, et facta erit additio, notusque graduum numerus, qui nobis erat propositus indagandus (2).

(1) Tale linea non è nel mio strumento: e non avendo avuto da copiare da me, considerisi bene quel che dice; e prima ecco qui ritrovato li tre angoli del presente triangolo contenere gradi 183: oh ignoranza estrema!

(2) Per multiplicare il numero delle operazioni, e far che questa non paja la medesima passata, ci fa questa nobilissima aggiunta di *addere duos arcus*, e frattanto c'insegna come li archi simili son quelli che si tagliano dal medesimo cerchio, se ben siano tra di loro disuguali, non avendo, non che altro, vedute le definizioni del 3.° di Euclide, e come Euclide dimostrò che dei cerchi eguali, li archi simili sono anco eguali. Poveretto!

Arcum datum multiplici proportione augere.

CAPUT XXXIV.

Sit datus in superiori exemplo arcus B, et juxta hunc secundum datum diametrum alius arcus sit construendus triplex; videatur quot gradus contineat arcus B, ut in superiori exemplo dictum fuit (continebat autem, si meministi, 70 partes), ideo secundum ipsius semidiametrum aperies in 60. 60, et excipies triplum per partes, hoc est primum excipies distantiam inter puncta 90. 90, quae bis accepta in circulo C, praebet arcum DE; mox accipies distantiam inter puncta 30. 30, et habebis arcum EF, qui duo arcus constituunt arcum DF, qui erit in tripla proportione ad ipsum arcum B. Non absimili etiam negotio possumus arcum propositum in suas partes dividere, si secundum semidiametrum aperiatur in 60. 60, et sumantur partes majores de decem in decem, deinde de quinque in quinque, et sic deinceps, donec arcus sit divisus in suas omnes partes.

Numerum graduum aperturae instrumenti invenire.

CAPUT XXXV.

Si instrumentum vel linea quadrantis sit aperta utcunque, et aliquis scire cuperet numerum graduum istius aperturae, accipiat distantiam inter puncta 60. 60, quae ex centro instrumenti deorsum transferatur; numerus punctorum, in quem incidet circinus, indicabit numerum graduum aperturae instrumenti. Haecque sufficiant de usu lineae quadrantis.

Usus lineae circulorum. Secare circulum in quotlibet partes.

CAPUT XXXVI.

Transeuntes ad usum lineae circulorum, primum, circulum secare in omnes petitas partes demonstremus. Aperiatur itaque instrumentum secundum semidiametrum circuli, et firmato instrumento accipiatur distantia inter puncta illius numeri, in quem debet secari circulus. Ut si datus esset circulus A dividendus in quinque partes aequales, accipias semidiametri quantitatem, haec punctis semidiametri lineae circulorum 6. 6 signatus applicetur, et immoto instrumento excipiatur distantia inter puncta 5. 5, quae erit quinta circuli dati pars. Hacque ratione solves etiam 1 probl., prop. 1, lib. XII Euclidis, quo docet duobus circulis circa idem centrum existentibus in majori circulo polygonum aequilaterum, et parium laterum inscribere, quod non tangat minorem circulum.

Dato latere pentagoni invenire suum circulum.

CAPUT XXXVII.

Sit latus pentagoni BC (Tab. XII, Fig. 64), secundum quod aperiatur in suo numero, scilicet in 5. 5, et excipiatur semidiameter immoto instrumento; tunc firmato uno pede circini in B, describatur arcus occultus, iterum firmato pede circini in C, ducas alium arcum occultum, qui priorem intersecet, in intersectione centrum erit, ex quo ductus circulus dictum latus BC quinquies continebit. Hinc colligitur quod proposita aliqua linea, quae debeat esse latus alicujus figurae multilaterae, facili negotio possumus illam figuram describere. Ut si data esset aliqua linea, ex qua describenda esset figura octo laterum, accipimus totam lineae quantitatem, hanc accommodamus punctis 8. 8, nempe punctis laterum figurae, et ex immoto instrumento excipimus distantiam inter puncta semidiametri, firmatoque uno circini pede in altero lineae termino, secundum acceptam distantiam describimus arcum occultum, tum iterum firmato pede circini in alio lineae termino, describimus alium arcum, in intersectione facto centro describimus occultum circulum incedentem per terminos datae lineae; hunc pro magnitudine propositae lineae dividimus in octo partes, ad puncta divisionis ducimus rectas, et habemus optatum. Ex quo habes etiam facillimam solutionem probl. 11, prop. 11, lib. IV Eucl., quo in dato circulo pentagonum aequilaterum et aequiangulum inscribere docet, nec non probl. 15 et 16.

Usus lineae quadratricis. Dato circulo aequalem triangulum, quadratum, pentagonum etc. construere.

CAPUT XXXVIII.

Qui aliquando mathematicorum scripta diligenter pervolvit, potest sine dubio ex praesenti operatione, qua docebimus quadratum circulo aequalem invenire, hujus nostri instrumenti utilitatem cognoscere. Si enim propositum esset, dato circulo aequalem triangulum, quadratum, pentagonum etc. construere, aperiatur in hac linea secundum dimidiam diametrum dati circuli, et immoto instrumento excipiantur intervalla figurarum quaesitarum, et habebimus propositum. Ut si velles heptagonum dati circuli A (Tab. XII, Fig. 65), aperiatur in punctis semidiametri pro quantitate ipsius semidiametri, et excipiatur intervallum inter puncta 7. 7, vel inter puncta quadrati pro latere quadrati AD, vel inter trianguli pro triangulo AEF.

E converso etiam, dato quadrato, pentagono etc. aequalem circu-

lum describere possumus, ut si datum esset latus quadrati DA, accipimus quantitatem DA, hanc punctis quadrati harum linearum aptamus. et excipimus distantiam inter puncta semidiametri pro circulo A.

Dato quadrato, pentagono etc. triangulum aequalem construere.

CAPUT XXXIX.

Licet haec operatio a superiori non sit dissimilis, tamen supra datum exemplum iterum repetere supervacaneum non credo. Detur itaque latus quadrati DA, cui triangulum aequilaterum aequalem volumus; aperiatur secundum dictum latus in punctis quadrati, et excipiatur distantia inter puncta trianguli pro triangulo AEF.

Data figura quacunque irregulari, circulum, quadratum etc. ipsi aequalem construere.

CAPUT XL.

Sit, ut cap. 14 diximus, triangulus qualiscunque ABC (Tab. XI, Fig. 52), cui circulum, quadratum etc., aequale invenire cupio. Primum quaeratur inter totam basim et dimidiam perpendicularem ipsius trianguli media proportionalis, ut ibidem demonstravimus, quae erit latus quadrati aequalis ipsi triangulo ABC; secundum hoc latus, vel mediam proportionalem F, aperiatur in punctis quadrati in hac linea, et excipiatur intervallum punctorum figurae desideratae. Hincque, si vides, manifestissime pendet solutio probl. 2, prop. 14, lib. II Eucl.; nam si ex rectilineo constituemus duos triangulos, et inter totam basim et dimidiam perpendicularem uniuscujusque trianguli inveniemus mediam proportionalem, habebimus latera duorum quadratorum, quibus si unicum aequale invenerimus, habebimus quadratum dato rectilineo aequale, quod faciendum propositum fuerat.

Lineam aequalem circuli circumferentiae invenire.

CAPUT XLI.

Aperiatur in punctis semidiametri, secundum semidiametrum dati circuli, et excipiatur spatium punctorum quartae partis circumferentiae, quod intervallum quater mensuratum supra aliquam lineam, constituet illam aequalem toti circunferentiae circuli. E converso etiam si propositum esset datam lineam mutare in circulum, illa dividenda esset in quatuor partes aequales, tunc, circino aliquo, accepta quarta parte istius lineae, accommodatur punctis quartae partis circumferentiae. et excipitur distantia inter puncta semidiametri, ex qua describitur circulus, cujus circumferentia aequalis erit lineae datae.

Dato circulo, pentagono etc. figuram quamcumque ipsi circulo aequalem et alteri similem construere.

CAPUT XLII.

Sit AB circulus (Tab. XII, Fig. 66), cujus quaeratur, ut supra docuimus, aequale quadratum, cujus latus sit CD, sitque alia figura EFHIKG, cui alia figura similis et dato circulo aequalis sit construenda: quaeratur quadratum EFHIKG, reducendo eam in triangula, quod si aequale fuerit quadrato circuli, jam intentionem consequutus eris; sin major detrahatur minus quadratum ex majore, et ex residuo fiat figura aequalis dato circulo, et similis datae figurae. Si vero minor fuerit, ut in hoc exemplo, differentia addatur minori quadrato, ut aequalis fiat quadrato circuli: reliqua fiunt juxta tradita cap. 16 in linea superficierum.

Datis pluribus figuris regularibus, licet dissimilibus, unicam aequalem omnibus datis constituere.

CAPUT XLIII.

Pendet haec operatio a cap. 15 et 38. Per 38 enim inveniemus tot latera quadratorum aequalium quot sunt datae figurae, tum per 15 cap. inveniemus unicum quadratum aequale omnibus jam inventis, quod sine dubio erit aequale etiam omnibus datis figuris: haecque sufficiant pro explicatione lineae quadratricis.

De usu lineae quinque solidorum regulatorum. Datae sphaerae invenire latus hexaedri, tetraedri, octoedri etc.

CAPUT XLIV.

Aperiatur secundum diametrum vel semidiametrum ipsius sphaerae, et excipiatur latus petitum. Similiter dato latere hexaedri vel dodecaedri, possumus invenire sphaeram, cui sit inscriptibile. Aperiatur enim secundum datum latus in suis punctis, et excipiatur diameter vel semidiameter, ut fiat sphaera; hincque patet solutio probl. 2, prop. 2. nec non probl. 3. prop. 3. lib. XVI Euclidis. Haecque sufficiant pro explicatione usus omnium linearum. Nunc ad quadratum transeundum, cujus beneficio, absque sinuum notitia, longaque triangulorum supputatione, facillime quilibet distantias, profunditates et altitudines omnes dimetiri poterit.

PARS TERTIA.

USUS QUADRATUS.

Ut diximus dum de hujus instrumenti fabrica sermonem habuimus, haec quarta circuli pars in interiori circumferentia continet scalam libratoriorum, de qua nec verbum quidem subjungam, satis enim notus est ejus usus; in alia habet quadrantem astronomicum, qui licet propter sui angustiam minus conveniens sit rebus astronomicis tractandis, tamen satis commode potest turrium, fluminum et hujusmodi proprias dimensiones nobis exhibere; tertio loco ponitur quadratum geometricum, quod ad dictas dimensiones indagandas quam maxime conducere nullus est qui dubitare possit, modo aliquando auctorum monumenta perlustraverit. Verum cum astronomici quadrantis usus ut plurimum sit laboriosus, notitiamque triangulorum, sinuum, tangentium, et hujusmodi non minimam exigat, ideo solum per quadratum geometricum dimetiendi praxim conscribere decrevi, quae licet a quampluribus aliis diffuse admodum sit tradita, tamen cum ab aliquibus secreti loco hic modus dimetiendarum altitudinum, profunditatum etc. per hoc instrumentum habeatur, cumque illis qui firmam sedem non habentes minus commode quadratum geometricum secum gestare valent, maximam utilitatem sit allaturus, ideo non inutiliter me facturum existimavi, si illa, quae ab aliis prolixe de quadrato geometrico fuerunt tradita, breviter, dilucide tamen, ad hoc nostrum instrumentum reduxero.

Distantiam inter duos terminos in eodem plano, ad quorum alterum tantum accedi possit, indagare.

CAPUT I.

Notandum imprimis, quod haec circumferentia divisa in 200 partes continet umbram rectam et umbram versam ipsius quadratus geometrici, ideo ut illos centenarios distinguere valeamus, e. g., dum per brachium CD cernimus in figura (Tab. XII, Fig. 67) qui juxta mensoris oculum collocatus in superiori parte versus D, secundum, qui autem illi opponitur, primum semper nominabimus; primus enim nobis ostendit umbram versam, secundus autem umbram rectam. Sit itaque investiganda distantia AB, ut puta latitudo alicujus fluvii; a centro instrumenti dimittas perpendiculum libere cadentem, tunc constitutus in puncto A, observabis quodcumque signum C; progressus vero ad locum C, per instrumenti brachium C D (quod qui-

dem si duo pinnacidia habebit, ad hoc ut visus aberrare non valeat, observatio erit exactior) respicies terminum B, et observabis quot partes et cujusnam 100 an primi an secundi secentur a perpendiculo, nam primo si secantur aliquot partes primi centenarii, ut puta 18, tunc mensurabis distantiam AC; et sit, e. g., 12 pedum, sicque institues ratiocinium: si partes abscissae, hoc est 18, dant 100, quot dabunt 12? Facta itaque operatione, vel per regulam trium, vel per illa, quae cap. 5 tradidimus, invenies 66 2/3; quare inquies distantiam AB esse pedum 66 2/3. Si autem perpendiculum abscindet partes secundi centenari, tunc sic proponenda erit quaestio: 100 dant partes abscissas, quot dabit AC, hoc est 12 pedes? Si, tertio et ultimo, perpendiculum inter duos centenarios cadet, tunc AB esset aequalis distantiae AC, quod apprime semper notandum erit.

Potest hoc idem absolvi hac alia ratione, prout aliqui volunt; statuunt enim instrumentum in A, ita ut alter brachiorum recte respiciat B, alter vero E; tunc progressi ad punctum E ita disponunt instrumentum, ut alter brachiorum recte respiciat A, perque centrum instrumenti aspicientes punctum B, animadvertunt partes abcissas a radio visuali, per quas postea ratiocinantur ut superius dictum fuit; a quo quidem modo, ut pauca de illo subjungam, in maximam ductus sum admirationem, nec enim satis videre possum an isti revera sic credant, an potius homines adeo crassi cerebri existiment, ut pro libitu illis imponere liceat: quaeso enim qui fieri potest, ut in tanta partium angustia et multitudine mensoris oculus nulla adhibita dioptra non longe a vero aberret? Quod si parvipendunt, revera nugantur, similiterque parvi fieri merentur, et ideo utiliora inquirentes, haec missa faciamus.

Idem interstitium inter duos terminos ejusdem plani, in quorum nullo observari possit, dum tamen in amborum directe accomodari valeat, invenire.

CAPUT II.

Sint duo termini A et B in eodem plano (Tab. XII, Fig. 68) (1), quorum cognoscenda sit distantia, tametsi ad neutrum illorum accedi possit ob aliquod obstaculum. Converte instrumentum in statione C, ita ut brachium CD tendatur secundum rectam terminorum A et B, et per aliud CE observabis quodcumque signum F, cujus distantia per

(1) Qui nè l'Autore nè altri credo assolutamente che non intenda niente, quando bene ci si mettesse la figura del seguente cap. x (*Fig.* 77), che ci viene meno a sproposito. Dal suo modo di operare, la distanza EA vien minore della EB.

mensurationem possit a te perdisci, sit autem distantia, e. g., 30 pedum, progressus in puncto F, ita dispones instrumentum, ut per brachium FG primum videas punctum A, deinde terminum B, et in utraque observatione notabis partes abscissas a perpendiculo, quae vel in utroque erunt primi vel secundi centenarii, vel in una primi in altera secundi. Sint autem primum in utraque observatioue secundi centenarii: supponamus itaque quod dum respicimus terminum A abscindantur 80 partes, dum vero terminum B 40, sic procedendum erit; partes abscissae dant 100, quot dabit distantia CF? scilicet 30: duces enim 100 in 30, productum erit 3000; hunc numerum primum divides per 80, quotiens erit 37 1/2, mox per 40, habebisque 75, subduces 37 1/2 ex 75, residuum erit 37 1/2; quare inquies distantiam AB esse pedum 37 1/2. Quod si partes abscissae a perpendiculo sint primi centenarii, ut, e. g., 10 et 20, horum differentia est 10; quare dicendum esset: 100 dant 10, quot dabunt 30, nempe distantia CF? Quod si perpendiculum, dum aspicimus terminum A, abscinderet partes secundi centenarii, dum vero aspicimus terminum B abscinderet partes primi centenarii, ut pro A 55, pro B 37, primum sic procedes: 55 dant 100, quot dabunt 30? Productum erit 54 1/2 fere; tunc iterum dices 100 dant 37, quot dabunt 30? Productum erit 11 fere; subtrahas hoc secundum productum a priori; reliquum erit 43 1/2 fere: quare dices distantiam AB esse pedum 43 1/2.

Verumenimvero si liceret quidem usque ad terminum B accedere, non autem esset possibile constituere lineam perpendicularem ad ipsum B, sed propter loci angustiam necessum esset versus D procedere, tunc firmato instrumento in puncto B, ita ut recta etiam respiciat punctum D, per brachium instrumenti EG respiciendo punctum A, observabis partes abscissas a perpendiculo, quae sint, e. g., 40; progressus vero ad punctum D, per brachium DE iterum aspicendo terminum A, denuo notabis partes abscissas, quae sint 20; sit vero distantia DB pedum 15 (1). Quoniam haec operatio per numeros est satis laboriosa, primus enim numerus in se ipsum ducendus esset, productum esset 1600, cui addendum esset quadratum ipsius BD, scilicet 225, summa esset 1825; hujus numeri indaganda esset radix quadrata, nempe 42; haec ducenda esset per 15, productum erit 630, quod dividendum foret per differentiam scilicet acceptarum partium, productumque ostenderet distantiam AB. Quod cum, ut diximus, minus exercitatis laboriosum videri possit, ideo hoc totum per lineas linearum praestare non injucundum erit. Disponantur itaque hae lineae ad angulos rectos hac ratione, scilicet circino aliquo ex scala immobili accipias quantitatem 100 par-

(1) Anche qui non credo che uomo del mondo possa intender niente, nè anco credo che l'Autore sappia ciò che abbia voluto dire, nè che intenda, non che altro, come lo strumento va tenuto in mano.

tium, firmatoque uno circini pede in 80 puncto, tandiu aperiatur instrumentum donec alius praecise abscindat 60 punctum, sicque lineae erunt accommodatae; tunc ex immoto instrumento excipias distantiam inter puncta B, D et B, A (Tab. XII, Fig. 69), hoc est inter 15 et 40, haec constricto instrumento aptetur punctis 20. 20, hoc est differentiae BA et DA, quod si commode hoc numero non possit aptari, accomodetur duplo vel triplo majori numero, ut in hoc casu punctis 40. 40; mox ex immoto instrumento excipiatur distantia inter puncta D, B, hoc est 15. 15, quae supra scalam immobilem mensurata abscindet 15 3/4, quare dicendum distantiam AB esse pedum 31 1/2.

Insuper si necessum esset observare distantiam AB (Tab. XII, Fig. 70), nec esset possibile per rectam lineam istos duos terminos A et B aspicere, ut apparet in exemplo, nec enim ex loco C, nec ex loco D id fieri potest, ideo sic procedendum erit: Constituti in statione D, ita ut per lineam rectam videamus terminum A, et per aliam quodcumque signum C, per brachium instrumenti DE aspicientes terminum B, notabimus partes abscissas a perpendiculo; sint autem, e. g., 88; tunc progressi ad stationem C, ita ut linea CD sit ad angulos rectos cum linea DA, per brachium instrumenti CF aspicientes terminum A, notabimus partes abscissas a perpendiculo, quae sint 38, ulterius etiam mensurabimus distantiam CD, quae sit pedum 60. Cum itaque supponamus partes abscissas esse secundi centenarii, ideo ex scala immobili semper accipies quantitatem 100 partium; hanc per transversum aptabis punctis majoris numeri, ut hoc loco punctis 88, excipiesque intervallum inter puncta distantiae CD, hoc est 60. 60, quod aptabis punctis minoris numeri partium abscissarum, ut hic 38. 38, quod si non potest, duplo vel triplo majori numero debet accomodari, ut hic punctis 76. 76. Ex immoto instrumento excipiatur distantia inter puncta numeri differentiae partium abscissarum, quae in hoc casu est 50, vel inter duplum, vel triplum, prout prima vice fecimus, ut in hoc exemplo inter 100. 100, quae distantia mensurata supra scalam immobilem abscindet 90 punctum fere, quem numerum servabis; tum dispones has lineas ad angulos rectos, ut supra monuimus, ex immotoque instrumento excipimus distantiam inter punctum servati numeri, et inter punctum distantiae CD, hoc est inter 90 et 60, quae supra scalam immobilem mensurata abscindet 108 partes, quare dices distantiam AB esse pedum 108 fere. Quod si dum volumus praedictam distantiam AB metiri, ob loci penuriam minus commodum esset stationes ita ut dictum fuit disponere, tamen illud idem perficietur hac alia ratione. Existentes in puncto D, inveniemus distantiam DA, quae sit 240, et distantiam DB, quae sit 123, ut mox dictum fuit aspicientes terminum B, notabimus partes abscissas, quae sint 80. Tunc disponemus lineas linearum ad angulos rectos, excipiemusque distantiam inter punctum 100, et inter punctum partis

abscissae, hoc est inter 100 et 80, hanc distantiam mensurabimus supra scalam immobilem, et absindet 128 fere, quem numerum servabimus; ex scala immobili iterum accipiemus quantitatem partium abscissarum, hoc est 80; hunc aptabimus punctis numeri 100 et 128, proxime servati, et ex immoto instrumento excipiemus intervallum inter puncta numerorum distantiae DA et DB, hoc est inter 240 et 123, hoc mensuratum supra scalam immobilem abscindet 163 partem quam proxime, quare dicendum erit distantiam AB esse pedum 163.

Distantiam diametralem signi scilicet in plano positi a summitate, vel alio quopiam aedificii signo ad perpendiculum illi plano erecti, cum ad signum plani et ad basim aedificii accedi potest, dimetiri.

CAPUT III.

Si quis scalam sufficientis magnitudinis ad turrim BC (Tab. XII, *Fig.* 71) conscendendam parare vellet, sine dubio iste debet praescire diametralem distantiam alicujus signi, ut puta A ad ipsum B, hoc est debet praescire distantiam alicujus puncti in planitie positi a summitate turris, quod hujus instrumenti auxilio indagare poterit. Progressus ad punctum A, per brachium AD respiciet punctum B, interim observabit ubi cadat perpendiculum, vel enim intersecabit primum centenarium, vel secundum, vel tandem cadet inter primum et secundum. Primum autem si perpendiculum ceciderit inter duos centenarios, mensurabis distantiam AC, quae sit, e. g., pedum 20, hanc in semetipsam duces, productum erit 400; hoc duplicabis, proveniet 800, cujus, per tradita cap. 17, invenies radicem quadratam, scilicet 27 1/2 fere, qualis esset diametralis distantia AB.

Si vero secuerit primum centenarium, ut, e. g., 70, tunc sic procedendum erit. Primum debes elicere radicem quadratam ex quadrato perpendiculi BD, dispones itaque lineas arithmeticas ad angulos rectos, ut in superiori cap. diximus, tunc semper firmato uno pede circini in puncto 100 notato, alium extendemus ad punctum numeri partium abscissarum, ut in hoc exemplo ad 70, hanc distantiam mensurabimus supra scalam immobilem, et inveniemus abscindere 122 punctum fere, tuncque postea semper dicendum: si 100 dant 122, quot dabit distantia AC? ut puta 20 pedum; quare facta operatione per tradita cap. 5, provenient pedes 24 1/2 fere, distantia AB quaesita.

Tertio et ultimo, si perpendiculum abscindet secundum centenarium ut 28, tunc aptatis lineis linearum, ut diximus, excipies distantiam inter puncta 100 et 28, tot enim supponimus abscindi partes se-

cundi centenarii; hanc mensurabis supra scalam immobilem, et invenies 103 1/2 fere, quare inquies: si partes abscissae, 28 scilicet dant 103 1/2, quot dabit distantia AC? et facta operatione offendetur quartus numerus distantiam quaesitam exhibens.

Si non liceret accedere ad basim, sed tantum ad signum plani, geminatis observationibus observare possumus praedictam distantiam. Primum itaque, in superiori schemate facta prima observatione, in statione F, ut diximus, retrocedemus a re visa recto semper tramite pro libitu, ut in A, ibique iterum per latus AD observabimus terminum B, notando partes abscissas a perpendiculo, quae vel in utraque statione sunt primi, vel secundi centenarii, vel in una primi, in altera secundi. Primo autem ponamus quod in utraque statione perpendiculum intersecet secundum centenarium, in F quidem 93, in A vero 48. Subducas minorem ex majori, differentia erit 45, deinde mensurabis distantiam FA, quae sit 15 pedum, his peractis dispones lineas linearum ad angulos rectos, ut multoties dictum est, excipies intervallum inter punctum 100 et puntum numeri partium in prima statione abscissarum, hoc est 93, hoc mensurabis supra scalam immobilem, abscindet 136 quam proxime, tunc dices: differentia partium abscissarum, hoc est 45, dat 136, quot dabunt 15 pedes, distantia scilicet FA? facta itaque operatione, invenies 41 fere, quare dices distantiam FB esse pedum 41.

Secundo, supponamus perpendiculum in utraque statione abscindere partes primi centenarii, ut in F 70, in A 46, harum differentia est 24, tunc sic dicendum: partes abscissae in secunda statione, 46 scilicet, dant 100, quot dabit differentia praedictarum partium 24? Facta itaque operatione si lubet per lineas linearum, invenies 52 1/5, quem numerum servabis; tum denuo, dispositis lineis ad angulos rectos, excipies intervallum inter 100 et punctum numeri partium primae stationis, hoc est 70, quod mensuratum supra scalam immobilem

mobili accipias quantitatem 115 partium, hanc aptabis punctis 129 1/2, et excipies intervallum inter puncta numeri distantiae FA, hoc est 15. 15, quod mensuratum supra dictam scalam immobilem abscindet 13 1/2 fere, ex quo numero habebis distantiam quaesitam FB.

Quod si radix turris propter aliquod impedimentum minus videri posset, et in utraque statione perpendiculum abscindit secundum centenarium, dicendum erit: si differentia partium abscissarum in prima et in secunda statione dat partes abscissae in prima, quot dabit distantia FA? Si vero abscindit primum centenarium, dicendum: si differentia partium abscissarum dat partes abscissas in secunda statione, quot dabit distantia FA? Tertio et ultimo, si in prima statione intersecat secundum, in secunda vero primum centenarium, accipias ex scala immobili quantitatem 100 partium, hanc aptabis per transversum punctis numeri abscissarum partium in secunda statione, et excipies intervallum inter puncta 100. 100, quod mensuratum supra scalam immobilem dabit quartum numerum, ex quo si subduxeris partes abscissas in prima statione, habebis primum numerum ponendum in regula proportionum: quare dices, si hic numerus proxime inventus dat partes abscissas in prima statione, quot dabit distantia FA? si eque semper optatum habebis.

Conspecta aedificii tantum summitate, intervallum horizontalem inter dictum aedificium et terminum in plano positum indagare.

CAPUT IV.

Si forsan cogamur metiri horizontalem distantiam DB ex intuitu signi C (Tab. XII, Fig. 72), et ob impeditam retrocessionem termini aliam stationem eligere impossibile esset, constituti in loco D, humili scilicet, per latus DA aspicientes terminum C, notabimus partes abscissas a perpendiculo, tunc ascendemus ad punctum E, cum videlicet eo loco est turris vel quodvis aliud aedificium, et per brachium EF iterum aspicientes terminum C, notabimus partes abscissas, quae in utraque statione sunt primi, vel secundi centenarii, vel in una sunt primi, in altera secundi. Secet autem primum partes primi centenarii, sic institues ratiocinium: differentia partium abscissarum primae et secundae stationis dat 100, quot dabit distantia DE, quae per mensurationem nota esse debet? quartus autem numerus distantiam quaesitam indicabit.

Secundo, intersecet in utraque statione secundum centenarium, ut in prima 60, in secunda 75, differentia harum partium est 15. Ex scala immobili excipias quantitatem 100 partium, hanc aptabis punctis

partium abscissarum in secunda statione, hoc est 75, et excipies intervallum inter puncta differentiae partium abscissarum, hoc est 15, quod mensuratum supra scalam immobilem abscindet 20, quem numerum servabis; mox ex scala immobili accipies quantitatem 60 partium, et sunt abscissae in prima statione, hanc aptabis punctis 20. 20, hoc est nuper invento numero, et excipies intervallum inter puncta distantiae DE, quae in hoc exemplo sit pedum 10, quod mensuratum supra scalam immobilem abscindet 30; quare dicendum, distantiam quaesitam esse pedum 30.

Tertio, et ultimo, intersecet in prima statione secundum centenarium, in secunda autem primum, ut in prima 40, in secunda 70. Operatio est omnino eadem ac in proximo superiori casu, quare ab exemplo suprasedendum credo.

Data longitudine alicujus turris vel aedificii perpendiculariter alicui plano insistentis, distantiam horizontalem basis percipere.

CAPUT V.

Sit exploranda distantia horizontalis basis B a termino C (Tab. XII. Fig. 73) ex loco eminentiore turris AB. Constitues instrumentum in statione A, ita ut per brachium AD aspicias terminum C, perpendiculum enim intersecabit primum centenarium quando distantia BC est major quam altitudo AB, vel secundum centenarium, quando scilicet distantia proposita minor fuerit altitudine turris; vel tandem cadet inter primum et secundum centenarium quando distantia BC altitudini AB aequabitur. Scindat autem primo secundum centenarium, quare dices: si 100 dant partes abscissas, quot dabit altitudo BA? quartusque numerus ostendet distantiam BC. Secundo, si abscindit primum centenarium, tunc dicendum: si partes abscissae dant 100, quot dabit altitudo AB? et ex quarto numero colliges distantiam BC.

Data turris longitudine, distantiam horizontalem duorum terminorum in planitie positorum ab illius summitate dignoscere.

CAPUT VI.

Proponatur longitudo AG, separata a base C turris BC (Tab. XII. Fig. 74) intervallo quovis CA, quae sit perspicienda e loco alto B. Dispones instrumentum in statione B, ita ut centrum illius sit ad

perpendiculum turris, tunc per brachium BD seorsim aspicies terminos A et G, notando partes sectas in utriusque termini observatione, in qua triplex tibi casus accidere potest: vel enim in observatione utriusque termini perpendiculum abscindit primum, vel secundum centenarium, vel in remotiore primum, in viciniore secundum. Supponamus primo in utraque observatione intersecare secundum centenarium: itaque dices, si 100 dant differentiam partium abscissarum, quot dabit CB? quartus numerus ostendet distantiam AG.

Secundo, supponamus abscindere primum centenarium, tunc sic procedes: si differentia partium abscissarum dat 100, quot dabunt partes abscissae in viciniori distantia A? et habebis quartum numerum, cum quo sic dices: si partes abscissae in remotiori distantia B dant quartum hunc numerum proxime repertum, quot dabit altitudo CB? ex qua operatione habebis distantiam quaesitam AG.

Tertio et ultimo, abscindat in remotiori distantia primum centenarium, in viciniori autem secundum; primo itaque sic ratiocinaberis: partes abscissae in remotiori distantia G dant 100, quot dabit altitudo CB? quartusque numerus ostendet distantiam CG; iterumque dices: si 100 dant partes abscissas in viciniori distantia A, quot dabit altitudo CB? habebisque in quotiente distantiam CA, quae a priori CG sublata, relinquit distantiam AG quaesitam.

Nulli dubium quod, per hactenus dicta, nota turris, vel aedificii altitudine, distantiam horizontalem basis ab aliquo signo, hujus instrumenti beneficio, invenire possumus; verum si propter aliquod impedimentum turris altitudo minus nota esset, pateant tamen duo loca A et G (Tab. XII, Fig. 75), in quibus geminata observatio institui possit, non minus illud idem praestabimus. Sit enim indaganda distantia basis C a puncto B: ex utraque statione A et G, diligenti observatione facta, ejusdem signi B signabis partes in utraque statione sectas, quae quidem erunt in utraque vel primi, vel secundi. Si sint in utraque secundi, sic procedendum: partes abscissae in secunda statione, ut puta in G, dant 100, quot dabit differentia partium abscissarum in prima et secunda? cum proveniente numero iterum dicendum: si hic quartus numerus dat partes abscissas in prima statione, ut puta A, quot dabit altitudo AG? ex qua operatione habebis distantiam CB. Sed si in utraque statione intersecuerit primum centenarium, operatio erit satis facilis dicendo: si differentia partium abscissarum in prima et secunda statione dat 100, quot dabit altitudo AG? Tertio et ultimo, si in statione A intersecet primum centenarium, in statione vero G secundum, sic inquies: si partes abscissae in prima statione, ut puta A, dant 100, quot dabunt 100? a quotiente subducas partes abscissas in secunda statione, ut puta G, cum residuo iterum dices: si hoc residuum dat 100, quot dabit altitudo AG? sicque indagasti distantiam CB.

Data turri vel aedificio, ut prius, ex duabus stationibus invenire distantiam horizontalem duorum terminorum in plano, ad quos illud aedificium ad perpendiculum est erectum, etiam si altitudo ipsius ignoretur.

CAPUT VII.

Per praecedens cap. inveniatur distantia basis turris ab unoquoque termino dato, ut si in superiori exemplo ex duabus stationibus A et G indaganda esset distantia DB, dico quod prius inveniri debet distantia CD, tum distantia BC per superius tradita, sublata enim minore CD ex majore CB, relinquetur DB distantia quaesita. Haecque hactenus dicta, ni fallor, satis commode possunt omnibus distantiis dimetiendis inservire. Nunc ad altitudines veniendum.

Altitudinem aliquam, ad cujus basim patet accessus, ex loco plano dimetiri.

CAPUT VIII.

Si metiri volueris altitudinem BC in loco planitiei AC (Tab. XII, Fig. 76), cum ad basim C pateat transitus, constitutus in A, per brachium instrumenti AD, respicies summitatem B turris, vel rei metiendae, notando tamen ubi perpendiculum cadat; vel enim intersecabit primum, vel secundum centenarium, vel tandem cadet inter utrumque. Sit itaque universalis haec regula: si cadit inter utrumque, altitudo BC erit aequalis distantiae AC. Si autem abscindit secundum centenarium, dicendum: si partes abscissae dant 100, quot dabit distantia AC? Tertio, si abscindit primum centenarium, et tu inquies: si 100 dant partes abscissas, quot dabit distantia AC? utrobique enim relinquetur altitudo CB, quae omnia quam facile per lineas linearum praestari possint, non est quod denuo repetam.

Altitudinem ex duabus stationibus dimetiri, quando scilicet accessus ad basim non datur.

CAPUT IX.

Si deprehendenda foret altitudo superius posita BC, ad quam observator accedere nequiret propter impedimenta vallium, vel fossarum, vel aliarum hujusmodi rerum, observetur summitas B, in stationi

bus A et E, in quibus vel perpendiculum secat primum centenarium, vel secundum, vel in una primum, in altera secundum. Intersecet autem, e. g., secundum; tunc dicendum: si differentia partium abscissarum in prima et secunda statione dat 100, quot dabit distantia AE? ex quartoque numero habebis altitudinem BC. Notandum tamen non solum in hac operatione, sed in omnibns aliis hactenus dictis, et inferius dicendis, quod cum homo humi prostitutus observare minime possit, sed justam a solo requirat distantiam, quod semper altitudo instrumenti addenda erit inventae altitudini. Intersecet, secundo, in utraque statione primum centenarium; quare dicendum: si partes abscissae in remotiori statione A dant 100, quot dabit differentia partium abscissarum in prima et secunda statione? Iterum postea inquies: si quartus numerus mox inventus dat partes abscissas in viciniori statione, quot dabit distantia AE? Tertio et ultimo, in viciniori statione E abscindat perpendiculum primum centenarium, in remotiori A secundum, primum dicendum: partes abscissae in remotiori statione A dant 100, quot dabunt 190? iterumque dicendum: si quartus numerus mox indagatus dat 100, quot dabit distantia AE? (1) et ex proveniente numero habebimus altitudinem quaesitam.

Portionem quampiam alicujus altitudinis ex aliqua planitie percipere, cum ad basim dictae altitudinis accedere conceditur.

CAPUT X (2).

Libeat explorare quanta sit altitudo portionis AB a termino C planitiei, cujus termini distantia a base E haberi possit (Tab. XII, Fig. 77). Observa fines dictae partis eminentis, nempe A et B, in statione C, et notabis sectionem perpendiculi ad utriusque observationem, quod quidem vel in utraque abscindet primum vel secundum centenarium, vel in una primum, in altera secundum. Abscindat primo in utraque observatione primum centenarium; ita dicendum: si differentia partium abscissarum in utraque observatione dat 100, quot dabit distantia CB? ex quarto enim numero elicies altitudinem BA. Sed lubet hoc loco uti exemplo, ne dum nimiam brevitatem desideramus, obscuritatem consequi videamur. Sit itaque distantia CE, per mensurationem nota, pedum 86, partes abscissae in prima observatione, ut puta CA 15,

(1) Non si ha da dir così, ma bisogna dire: *ex numero mox invento demantur partes abscissae in viciniori statione*, poi dica: *si hoc residuum dat 100, quot dabit* ec.? Ecco come per non aver avuto da copiare ad verbum precipita.

(2) Capitolo pieno di castronerie.

in secunda CB 60, differentia harum partium erit 45, quare ex scala immobili accipies quantitatem 100 partium, hanc aptabis punctis differentiae partium abscissarum, hoc est punctis 45. 45, et immoto instrumento excipies intervallum inter puncta distantiae C E, hoc est 86, quod mensuratum supra scalam immobilem abscindet 191 fere, quare dices altitudinem AB esse pedum 191. Quod si, secundo, intersecet in utraque statione secundum centenarium; vel, tertio, si in humiliori observatione intersecet secundum, in remotiori primum centenarium, tunc istae operationes pendent a secundo et tertio casu cap. 9, quare ulterius has explicare supervacaneum credo.

Si autem turris AC, cujus portionis BA altitudinem inquirimus, radix propter aliquod impedimentum minus videri posset, ita ut distantia CE ignota reddatur, possumus nihilominus ex duabus stationibus optatam altitudinem assequi. Per cap. enim 9 inveniemus altitudinem BC atque etiam AC, tum subducemus altitudinem BC ab altitudine AC, relinquiturque mensura altitudinis quaesitae AB.

Altitudinem dimetiri, cujus distantia a basi per mensurationem dari minime contingat, neque etiam accedi vel recedi possit per lineam rectam.

CAPUT XI.

Proponitur in proximo superiori exemplo altitudo AE mensuranda, cujus distantia a basi ignota est, nec datur locus accessus, aut recessus per rectam lineam a loco stationis C. in qua observator collocatur, sed lateraliter tantum moveri possit. Per illa, quae cap. 1 docuimus, inquiratur distantia terminorum C et E, qua habita in statione C. observabis summitatem A, per illa enim, quae cap. 8 docuimus, nullo fere negotio exquires dictam altitudinem AE.

Superiorem partem alicujus altitudinis ex aliquo plano observare, quamvis nec distantia ab ejus basi haberi possit, nec accedere, nec recedere per rectam lineam valeamus.

CAPUT XII.

Insistentes superiori dato exemplo, si indaganda esset altitudo AB, distantiaque CE esset ignota, nec observator propter impedimenta posset per rectam lineam recedere a statione C, per illa, quae cap. 1 docuimus, inquiratur distantia CE, qua habita cognosces etiam altitudinem ipsam BA per illa, quae cap. 10 tradidimus.

Data aedificii altitudine, ex ea minorem aliam altitudinem dimetiri.

CAPUT XIII.

Sit turris AB (Tab. XII, Fig. 78), et ex loco A sit metienda minor altitudo CD. Dispones instrumentum ut ejus centrum sit ad perpendiculum cum linea AB, tum per brachium AE respicies signum D, et notabis partes abscissas a perpendiculo, iterum deprimendo brachium AE respicies signum D, notabisque etiam partes abscissas a perpendiculo, quae vel in utraque observatione sunt primi, vel secundi centenarii, vel in una primi, in altera secundi. Primum autem sint primi; quare dices: si partes abscissae in secunda observatione AD dant differentiam partium abscissarum in utraque observatione, quot dabit altitudo BA? Sint, secundo, secundi centenarii; primum dices: si partes abscissae in prima observatione AC dant 100, quot dabit differentia partium abscissarum in utraque observatione? cum quartoque numero iterum dices: si 100 dant quartum numerum modo inventum, quot dabit altitudo BA? Tertio et ultimo, ponamus in prima observatione AC abscindere primum centenarium, in secunda autem AD secundum. Primum dicendum erit: si 100 dant partes abscissas in prima observatione AC, quot dabunt partes abscissae in secunda observatione AD? quartum inventum numerum subtrahimus ex 100, cum quo residuo iterum dicimus: si 100 dant hoc residuum, quot dabit altitudo BA? utrobique enim habebimus altitudinem CD.

Veruntamen si, e converso, ex humiliori loco C investiganda esset major altitudo AB, per cap. 5 colligas distantiam BD, iterumque sic accommodabis instrumentum, ut per brachium CF respicias summitatem A; CG autem efficiat quasi unum planum, per cap. 8 venaberis altitudinem GA, quae adjuncta minori altitudini CD, per mensurationem cognitae, constituit totam AB altitudinem.

A summitate arcis altitudinem ejusdem aedificii, cognita tamen prius distantia horizontali basis ejus, ab aliquo loco colligere.

CAPUT XIV.

Sit arx AB (Tab. XII, Fig. 73) e cujus summitate A, per observationem signi C, cujus distantia a basi B habetur, altitudo ipsius BA inquirenda est. Per hoc instrumentum operando ex intuitu signi C, perpendiculum intersecare poterit, vel praecise duos cente-

narios, et tunc altitudo metienda aequatur distantiae BC notae, vel intersecare poterit primum, vel secundum centenarium: ut si primo intersecuerit secundum, dicendum erit: partes abscissae dant 100, quot dabit distantia CB? Quod si intersecet primum, e converso: 100 dant partes abscissas, quot dabit distantia CB? utrobique enim relinquetur altitudo AB.

E duobus locis alicujus altitudinis ipsam altitudinem indagare, observando quodpiam signum in plano, licet ejus distantia a basi per mensurationem dari non possit.

CAPUT XV.

Investigaturus altitudinem GC, quae quidem proposita fuit cap. 6, ex duabus stationibus in ea factis G et A, ut superius dictum fuit, tam ex G, quam ex A diligentissime respicies ad punctum B, notando semper partes abscissas a perpendiculo, quae vel in utraque erunt primi, vel secundi centenarii, vel in una primi, in altera secundi. Ponamus, primo, in utraque statione intersecare secundum centenarium. Tunc prout cap. 6 docuimus, inquies: si partes abscissae in secunda statione, ut puta in G, dant 100, quot dabit differentia partium abscissarum in utraque statione? deinde iterum dices: si hic quartus numerus modo repertus dat 100, quot dabit altitudo GA? proveniens enim numerus ostendet residuam altitudinem AC, cui si cognitam altitudinem GA adjeceris, habebis quaesitam altitudinem GC. Ponamus, secundo, intersecare primum centenarium; tunc dices: si differentia partium abscissarum in utraque statione dat partes abscissas in secunda statione G, quot dabit altitudo GA? Ponamus, tertio, quod in statione A intersecet primum, in statione G secundum centenarium, tunc primo dicendum, ut dicto etiam 6 cap. diximus: si partes abscissae in secunda statione G dant 100, quot dabunt 100? ex proveniente numero subtrahantur partes abscissae in prima statione A, cum quo residuo iterum dices: si hoc residuum dat quartum numerum proxime inventum, quot dabit altitudo GA? utrobique enim habebitur tota quaesita altitudo GC.

Cognita distantia duorum signorum in plano, altitudinem aedificii, in quo observator collocatur, prompte adinvenire.

CAPUT XVI.

Caput hoc est conversum praecedentis cap. 6, observabis itaque (sicut praeallegato cap. dictum fuit) terminos A et G, ut illa eadem figura utar, ex loco alto B animadvertens si in utriusque conspectu abscindit perpendiculum primum, vel secundum, vel primum et secundum centenarium, prout ibi diximus. Abscindat, primo, secundum, invertas regulam ibi datam, et dicas: si differentia partium abscissarum dat 100, quot dabit distantia AG? Si secundo intersecaret primum centenarium, et tu converteres secundam partem secundae regulae, dicas enim: si quartus numerus indagatus dat partes abscissas, in remotiori distantia primum, in viciniori secundum centenarium, tunc primo dices: si partes abscissae in remotiori distantia BG dant 100 quot dabunt 100? ex proveniente subtrahantur partes abscissae in viciniori distantia BA, cum residuo iterum dicatur: si hoc residuum dat 100, quot dabit distantia AG? ubique enim habebis altitudinem CB. Satis superque, quantum ad praesens negotium spectat, de altitudinibus loquuti, veniamus ad profunditates.

Profunditatem perpendiculariter in terram descendentem dimetiri, quando ad ejus orificium patet accessus, et potest ipsius orificii latitudo sciri.

CAPUT XVII.

Non differt haec operatio ab illa, quam 14 cap. exposuimus, intelligendo hic profunditatem, quod ibi altitudinem diximus. Accommodato itaque instrumento, ut in superiori figura vides, ita ut ex puncto A (Tab. XII, Fig. 79) respicias punctum D, notabis partes abscissas, quae vel erunt secundi centenarii, quando profunditas major erit latitudine putei, vel primi centenarii, quando profunditas a latitudine superatur, vel tandem cadet perpendiculum inter primum et secundum centenarium, quando profunditas aequalis est latitudini. Si intersecat secundum centenarium, sitque nota AC, orificii scilicet quantitas, dicendum: si partes abscissae dant 100 quot dabit latitudo AC? tandem si intersecat primum, quod tamen raro accidit, dicendum: si 100 dant partes abscissas, quot dabit latitudo AC?

Si autem recte percepisti illa, quae cap. 9 tradidimus, licet non detur putei latitudo CA ob aliquod obstaculum, poteris nihilominus ad

eundem scopum alia via contendere. Erigendo baculum CE notae alicujus magnitudinis, in quo respiciendo signum B, facies duas stationes; quod si hoc loco transferes illa, quae cap. 6 diximus, intelligendo vice altitudinis profunditatem, et vice eminentis altitudinis, in qua duae stationes ibi fiunt, baculi longitudinem, nullam omnino habebis difficultatem, quare supervacaneum esset ulterius haec explicare.

Profunditatem aliquam oblique descendentem, etiam si ad superiorem illius terminum nullo pacto possit accedi, deprehendere.

CAPUT XVIII.

Sit in exemplo vallis ACD (Tab. XII, Fig. 80), cujus profunditas sit exploranda; ex statione A cape distantiam terminorum AC per illa, quae cap. 1 docuimus, haec autem sit, e. g., pedum 48; tum ex puncto A respiciendo signum C, videbis ubi cadat perpendiculum; et sit primum inter duos centenarios, quare ut ex datis elicias profunditatem quaesitam, disponas lineas linearum ad angulos rectos, ut cap. 2 docuimus, et excipe intervallum inter dimidium partium abscissarum (1), hoc est inter puncta 24. 24, quod mensuratum supra scalam immobilem abscindet 34 fere, quanta scilicet erit ipsa profunditas BC. Intersecet, secundo, primum centenarium, ut puta 80, dispositis lineis linearum ad angulos rectos, ut diximus, excipias intervallum inter puncta 80. 80, quod mensuratum supra scalam immobilem abscindet 128 quam proxime, iterumque dices: numerus hic repertus 128 dat partes abscissas 80, quot dabit distantia AC? et facta operatione, vel per dictas lineas, vel per vulgatam regulam auream, habebis profunditatem indagatam. Intersecet, tertio, secundum centenarium, ut puta 47. Ex dispositis lineis linearum ad angulos rectos excipias distantiam inter 100 et 47. quae mensurata supra scalam immobilem abscindet 110 fere, quare iterum dicendum: si 110, nempe numerus mox inventus, dat 100, quot dabit distantia AC? proveniens enim numerus dabit profunditatis dimensionem quaesitam.

Ex altiore loco profunditatem aliquam respectu humilioris loci explorare.

CAPUT XIX.

Sint in superiori figura duo montes AC et CD, inter quos claudatur vallis ACD, cujus quidem profunditas respectu minoris montis sit

(1) Se si pigliera l'intervallo tra la meta delle parti tagliate non si farà ... Doveva dire l'intervallo tra la metà del numero della profondità AC

percipienda, quae sane accipitur per perpendicularem BC. Per tradita cap. 1, sume utramque distantiam DC et DA, tum ex puncto D respicias terminum C, notando partes sectas, et cujusnam centenarii sint, nam ex his erues facillime altitudinem ED juxta tradita cap. 18. nec non etiam ex observatione summitatis A, ac ex cognita DA. habebis portionem FD, quae de majore altitudine DE detracta, relinquet minorem montis altitudinem respectu termini C, cui aequalis est profunditas CB. Haecque hactenus dicta sufficiant; si quis plura desiderat, non desunt qui copiosissime quadratus geometrici usum proposuerunt, ex quibus etiam, modo recte percepta sint quae a nobis fuerunt explicata, facili negotio colligere licet, quomodo per hoc nostrum instrumentum spatium aliquod terrae tum planum, tum non planum, pro ducendis aquis librare possimus. Interim, amice lector, valeas, nostrosque conatus boni aequique consulas.

DIFESA

DI GALILEO GALILEI

CONTRO ALLE CALUNNIE ED IMPOSTURE

DI

BALDESSAR CAPRA

Usategli sì nella CONSIDERAZIONE ASTRONOMICA SOPRA LA NUOVA STELLA DEL 1604, come (e assai più) nel publicare nuovamente come sua invenzione la FABBRICA E GLI USI DEL COMPASSO GEOMETRICO E MILITARE, sotto il titolo di

USUS ET FABRICA CIRCINI CUJUSDAM PROPORTIONIS ETC.

Dall' edizione originale di Tomaso Baglioni, Venezia 1607.

Io non credo, prudenti Lettori, che verun altro dolore a quello si agguagli, il quale l'animo di persona ben nata, tra costumi onesti allevata, e in virtuosamente operare sempre occupata, affligge e tormenta, quando dalla malignità di temerario calunniatore, senza alcun suo demerito, dell'onore, con le proprie azioni virtuose meritato e conseguito, non meno inaspettatamente che ingiuriosamente si vede spogliare. È stimata la perdita dei figliuoli apportatrice di sommo cordoglio; ma chi ben considera, che altro perde chi dei figliuoli resta privo, che quello, che non pure di ogni uomo, ma dell'impeto di ogni fiera è in potestà di produrre e di rigenerare? Si dorrà forse alcuno, e non senza urgente cagione, nel vedersi spogliare e denudare di ogni sustanza e di tutte le sue facultadi; ma che? se gliene sortì il padronaggio per eredità, qual più legittimo dominio vi ebbe sopra, che qualunque altro, a cui la sorte o il caso solamente tal possessione contese? e se per propria industria ne fece acquisto, non si doglia altrimenti implacabilmente, restandogli ancora il modo di poter fare il secondo con maggior lode di quella, con che ne fece il primo guadagno. Dirà forse alcuno, acerbissimo essere il duolo della perdita della vita; anzi pur, dirò io, questo esser minor degli altri; poichè colui, che della vita ci spoglia, ci priva nell'istesso punto del poterci noi più

nè di questa nè di altra perdita lamentare. Solamente in estremo grado di dolore ci riduce colui, che dell'onore, della fama e della meritata gloria, bene non ereditato, non dalla natura, non dalla sorte o dal caso, ma dai nostri studj, dalle proprie fatiche, dalle lunghe vigilie contribuitoci, con false imposture, con fraudolenti inganni e con temerarj usurpamenti ci spoglia; poichè restando noi in vita, ogni virtuosa persona, non pur come tronchi infruttuosi, non solo come mendici, ma più che i fetenti cadaveri ci sprezza, ci sfugge, ci aborrisce. In questo di miserie ultimo ed infelicissimo stato ha, con fraude inaudita e con temerità senza esempio, procurato Baldessar Capra milanese di ridur me col publicare ultimamente, e dare alle stampe come sua propria invenzione e come parto del suo ingegno (che così nella opera sua lo chiama) il mio Compasso Geometrico e Militare, da me solo già sono dieci anni immaginato, ritrovato e perfezionato, sì che altri non ve ne ha parte alcuna; da me solo da quel tempo in qua conferito, participato e donato a molti grandissimi Principi e ad altri nobili Signori; e finalmente da me solo, un anno fa, stampatone le operazioni, e al glorioso nome del Serenissimo Principe di Toscana mio Signore consecrate. Del quale Strumento, non solo il soprannomato Baldessar Capra si fa autore, ma ne predica me (e tali sono le sue parole) per usurpatore sfacciato, e però meritevole di arrossirmi con mio sommo obbrobrio, e indegno di comparire nel cospetto di uomini letterati ed ingenui (1). Nella quale insolentissima impresa io non so giudicare a quale di queste tre qualità del Capra si deva il primato; se alla temerità, alla ignoranza, o pure alla pazzia; e però tal giudizio lascio io alla prudenza vostra, discreti Lettori, dopo che questa mia scrittura averete letta, e solo proporrò, somma essere stata la sua

(1) Nella seconda lettera a p. 289.

temerità, poichè non si è peritato in questa medesima città di Padova, dove comunemente da 15 anni in qua abitiamo, stamparmi in faccia l'opera dal mio libro puntualmente trasportata; in questa città, dico, dove da dieci anni in qua ho fatti fabricar 100 di questi miei Strumenti, ed egli li ha veduti, dove io a lui medesimo ed a suo padre, già molti anni sono, alla presenza di terze persone, ho mostrato questo Strumento e diverse sue operazioni; e dove finalmente esso si ha da terza persona fatto prestare uno di questi miei Strumenti per istudiarlo e procurar d'intenderlo, e molti mesi l'ha ritenuto nelle mani; le quali cose tutte amplamente saranno più a basso dimostrate. Che somma sia la sua ignoranza in queste scienze, non più lungo tempo ricerco per farvi toccar con mano, di quello che nella lezione di questa scrittura consumerete; ma nè a questa nè a quella cede in grandezza la pazzia di costui, essendosi egli persuaso, o che io non fussi per conoscere il suo furto e le sue calunnie, o che io fussi per dissimularle, o che io fussi per tollerarle, o che non si fusse per poter trovar compenso da manifestarle, reprimerle e castigarle. Ma perchè nel giustificar la causa mia io non ho cosa che sì mi pregiudichi, quanto la grandezza medesima dell'eccesso del Capra, la quale, superando ogni immaginabile verisimile, non può nell'umano intelletto, nella prima apprensione, non suscitare qualche dubitanza intorno al vero; io, prima che ad altro descenda, toccherò due cagioni, le quali, s'io non m'inganno, sono state delle più potenti a far precipitare il Capra in questa disonorata operazione. La prima sono state le suggestioni del mio antico avversario, invido inimico non sol di me, ma di tutto il genere umano, quello la cui mordace e mendace lingua apparecchiata sempre a lacerare e dilaniare tutti i buoni, sempre occupata in consultare diabolici trattati, fa che assai fortunati si stimano e chiamano coloro, li quali, cono-

scendo lui, da lui non sono conosciuti, non essendo al mondo altro schermo contro il veleno di questo basilisco, che il non esser da lui veduto; costui, che altre volte con altre sue macchine ha tentato il mio precipizio, ha, per mio avviso, concitato il Capra, già per propria inclinazione contro di me male affetto, e pensando più a sfamare le sue ingorde brame, fameliche del mio disonore, che al pericolo al quale col suo perverso consiglio esponeva l' amico, l'ha finalmente ridotto, confermato e mantenuto nell' esecuzione di questa opera vergognosa. L' altra cosa che ha allettato e assicurato il Capra a questa impresa, è stata la mia connivenza, e l' avere io dissimulate altre sue arditissime calunnie ed imposture publicate contro di me nella considerazione astronomica circa la nuova Stella del 1604, stampata da lui più di due anni sono; le quali, per non li avere io risposto, nè permesso che altri per me risponda, hanno tant' oltre promossa la confidente sua petulanza, che finalmente non si è peritato di osar tant' oltre. Ma poichè la sua importunità ha vinta la mia sofferenza, io per palesare la sua obliqua affezione verso di me, cominciata e continuatasi poi gran tempo, verrò insieme a raccontare, anco per mio scarico dalle altre sue calunnie, quanto sin qui ho taciuto.

apparizione, sì che da loro per mezzo dell' Illustrissimo Sig. Jacopo Aluigi Cornaro, gentiluomo veneziano, non meno per nobiltà di sangue, che per molte sue veramente regie condizioni, illustre e conspicuo, a me ne passò l'avviso; venne il detto Capra in opinione (per quanto io credo, nè è la mia credenza iperbolica, come appresso farò palese) che quanta intelligenza io ho delle cose celesti, col tramesso dell' annunzio del suo nuovo scoprimento, facesse nella mia testa tragitto, e quivi trasportasse quanto io sopra la nuova Stella in tre mie lunghe lezioni a più di mille uditori feci sentire; e a ciò credere m'induce l'essersi dai suoi maligni consultori, li quali l'applauso universale delle mie lezioni vedere e sentir non potevano, sparsa voce, e tuttavia mantenersi, che quanto io di buono dissi, fu per li avvisi ricevuti dal Capra e dal suo maestro, e che io per me senza le loro lezioni non era atto a parlar in quella maniera di materie così alte: nè furono insomma li avvisi e le loro lezioni altro che l'intender io da terze persone come loro erano stati i primi osservatori dell' apparizion della nuova Stella; il qual primato se deve esser tenuto in così grande stima, sarà bene che quelli che nelle scienze matematiche aspirano a qualche nobil grado di gloria, trapassino tutte le notti della lor vita in osservar con gran vigilanza sopra i colmi delle case loro, se qualche nuova stella apparisce, acciò che altri, ai quali il caso fosse più favorevole, non riportassero la palma di così glorioso scoprimento. Sapevo benissimo che questa era per esser una delle maggiori lodi, che il Capra fosse per guadagnarsi in tutto il corso dei suoi studj matematici, e perciò non volsi defraudarlo di quel merito che se li perveniva, e nella mia prima lezione sopra la Stella nuova, presente egli e il suo maestro, dissi con parole di laude, come loro ne erano stati i primi osservatori in questa città. Onde non ho potuto poi a bastanza meravigliarmi, perchè egli si sia contro di me doluto, nel suo li-

bro stampato sopra la detta Stella, che io non abbia resa la gloria a chi si doveva. Ma notisi in cortesia quanto il desiderio di appuntar, benchè irragionevolmente, le azioni mie, avanzi nel Capra la volontà di deporre un vero, che non porti in fronte qualche macchia per l'onor mio; poichè non potendo egli negare che io non attribuissi al suo maestro il vanto d'essere stato il primo, che in Padova osservasse la nuova Stella, passa sotto silenzio la onesta menzione che io feci di ciò, e m'impone a mancamento che io non nominassi l'Illustriss. Sig. Cornaro, il quale fu solamente semplice relatore di quanto il Capra li aveva detto avere insieme col suo maestro osservato. Veggasi quello che in questo proposito scrive nel libro della nuova Stella a car. 7 b, dove in ultimo conclude con queste parole: *Da questo cavasi una conclusione necessaria, cioè che l'Eccellentissimo Galileo abbia avuto il tempo e il loco di questo nuovo portento dall'Illustr. Cornaro, del che nondimeno non ne ha lui fatta alcuna menzione nelle sue lezioni.* Ma se io nominai il suo maestro, da cui ne fui fatto avvisato per mezzo del signor Cornaro, perchè tacer questo, e biasimarmi perchè io non nominassi il detto Signore? Ma per seguire quello che è il mio presente intento, cioè di mostrare con quali in parte frivolissime, e in parte falsissime imposture, costui sino da

universo fanno pervenire: adunque i privilegj e le abilità, che il tempo concede alli studiosi di poter accorgersi degli errori, emendarli, una, due e cento volte rivedere, limare e castigare li scritti proprj, saranno dalle petulanti e vigilanti censure di costoro aboliti e annullati? Io non so in quali scuole abbia il Capra imparato questa bruttissima creanza; dal suo maestro alemanno non credo certo, perchè facendosi egli scolare di Tico Brahe, aveva da quello potuto imparare, e al suo discepolo mostrare, quali termini usare si devano nel publicare non solamente le cose dette da altri, ma le già communicate e mandate attorno con scritture private; e ambidue, come studiosi del medesimo autore, potevano avere appresa la modestia da quello, il quale volendo inserir ne' suoi scritti alcune cose di un amico suo, che ancor viveva, e pure in materia della nuova Stella di Cassiopea, prima ne ricercò il consenso da lui, e poi, dovendole addurre, premesse a quelle in sua scusa queste parole: *Scio etiam bona authoris venia id fieri, ut nonnulla licet non publicata immisceam, ipsemet enim per literas id mihi libenter concessit* (1); e pure non adduceva tali cose per biasimarle, o contradirli. Ma perchè debbo io dubitare, se il Capra sapesse queste azioni esser di pessima creanza? anzi è pur chiara cosa ch'egli ha stimato atto ancora di malignità il porsi a mordere le cose dai suoi proprj autori già stampate e publicate, dolendosi egli nel principio dei suoi Tirocinj Astronomici della temerità dei critici, e scrivendo queste parole: *Quandoquidem in hac vitae tragicomoedia ea est humanae miseriae calamitas, ut si quis juvandi mortales studio, vel ab amicis impulsus, aliquid publici juris faciat, statim non desint, qui illum vel jure, vel injuria carpere velint etc.* Ma, oh vista umana di talpa ne' proprj difetti, di aquila e di serpente nell'altrui operazioni! oh mente nostra

(1) *Progim.*, a car. 505, verso il fine.

offuscata e affascinata dai proprj affetti ed interessi! Biasima questo poverello nella corruttela di questo nostro secolo le vigilanti insidie dei critici, che sempre in guisa di rapaci avvoltoj stanno su le ali apparecchiati per buttarsi addosso ai parti novelli appena usciti di sotto le penne dei padri loro, e lacerargli coi mordaci rostri, e battergli coi pungenti artigli, sì che per loro oppressi nel primo volo, non possano spiegar le ali verso il cielo e goder gli spaziosi campi dell'aura popolare; e non si accorge come egli, stimolato da vie più fameliche brame, trapassa negli altrui nidi, e rompendo la scorza dei parti ancora non nati, lacera i piccoli figli, le cui tenere membra per meglio formarsi, invigorirsi e consolidarsi, sotto l'amato caldo del paziente padre venivano ancora covate. Biasima dunque in altri il Capra la mordacità contro le opere già dai loro proprj autori stampate, e tollera in sè stesso la impazienza di non poter aspettar che io stampi le mie; anzi spinto da bramosità di lacerarle, impaziente, e pauroso pur di perdere sì belle occasioni, si risolve arditamente a publicarle e dilaniarle poi egli medesimo. Questa è veramente, giudiziosi Lettori, audacia grandissima: ma pure piccola, tollerabile e scusabile la rende un'altra temerità immensa, e per avventura senza esempio, usata contro di me da costui, il quale non

quella trovarsi circa 18 gradi di Sagittario con quasi due gradi di latitudine boreale; replicando pur di nuovo il medesimo a carte 6, e attribuendomi a grave mancamento l'aver confuso il giorno ottavo col nono e col decimo, sì che non fusse possibile sapere da me se la Stella apparse alli 8, alli 9 o alli 10, soggiugnendo che questo si doveva con diligenza descrivere, e replicando di nuovo che io non posi precisamente il luogo suo rispetto all' Eclittica. Le quali cose, quando ben fussero vere, come leggerissime, e non necessarie all' intento delle mie lezioni, che fu di provare solamente come la Stella nuova era fuori della sfera elementare (per il che dimostrare niente importava il determinare il giorno della sua apparizione, nè anco scrupolosamente assegnare il suo sito rispetto all'Eclittica), proveriano molto maggior mancamento nella modestia del Capra, che nella dottrina delle mie lezioni; ma essendo di più false, oltre alla immodestia, notano il suo prolatore per falsidico e temerario. Nè io dissi confusamente il giorno della prima apparizione della Stella; anzi le prime parole della mia prima lezione furon queste: *Lux quaedam peregrina die* 10 *Octobris primo in sublimi conspecta est;* vero è che poco dopo avendo io parlato della congiunzione di Giove e di Marte, che fu il giorno 8, e dovendo replicare che il 10 fu veduta la Stella, dissi: *die itaque octava, quinimo die decima observata fuit*, correggendo immediate la scorsa della lingua: e queste furono le confusioni circa il tempo della sua prima apparizione; mancamento, che con la sua piccolezza dimostra l'immensità della malignità di chi lo nota. Quanto poi al sito, io non so perchè in un ragionamento corrente, e dove niente era necessario di offuscar la mente degli ascoltanti con gradi e loro frazioni, non bastasse, anzi fosse meglio dire: in 18 gr. in circa di Sagittario, con 2 gr. in circa di latitudine; in luogo di dire: in 17 gr., 41 m. di Sagittario, con 1 gr., 51 m. di lati-

[illegible] Ma se si deve esser così severo critico in [illegible] precisioni, perchè non si è posto il Capra a riprender[illegible] Tico Brahe, prima il medesimo Ticone, e poi tanti [illegible] segnalati, le scritture dei quali sono da lui registrate [illegible] Proginnasmati, li quali sono così poco scrupolosi nello [illegible] il luogo e il tempo dell' apparizione della Stella [illegible] Cassiopea? Poichè l' Illustrissimo Principe Wilhelmo [illegible] di Assia, come si vede nei Proginnasmati di Tico Brahe, car. 491, mandando al medesimo Tico le sue osservazioni intorno alla nuova Stella di Cassiopea, scrive [illegible] *salutiferi partus* 1572, *die* 3 *Decembris, monente [illegible] Saxone, primum vidi et observavi Stellam novam [illegible] majorem et clariorem in Asterismo Cassiopeae.* [illegible] investigare il vero sito di detta Stella, si vede nel [illegible] la sua ascension retta, e nello stabililire la sua de[illegible] col mezzo delle molte osservazioni fatte dal me[illegible] Principe con esquisitissimi strumenti, diversità circa le ascensioni di più di due gradi, e nelle declinazioni di [illegible] minuti in circa. [illegible]

[illegible] Hagecio boemo nel suo libro inscritto, *Dialexim [illegible] prius incognitae Stellae etc.*, nell'assegnare il [illegible] averla la prima volta veduta intorno alla Na[illegible] Signore (1).

[illegible] Peucero, in una sua lettera delli 7 Dicem[illegible] scrive: *Has ut submitterem fecit novum Sydus, [illegible] quartam sub Asterismo Cassiopeae con[illegible] etc.* (2).

[illegible] Hainzelio scrisse: *Quod lumen ego die 7 Novem[illegible] domo primum conspexi* (3).

[illegible] Mestlino scrive: *Anno superiori* 1572, *prima [illegible] hebdomada, nova quaedam Stella in sedili [illegible] Galaxiae attingens apparere caepit* (4).

(1) [illegible]

(2) [illegible]

(3) Id., car. 536.

(4) Id., car. 544.

Cornelio Gemma scrisse: *Hanc Stellam incepisse* 9 *die Novembris* (1).

Girolamo Munosio spagnuolo, matematico professore in Valenza, non scrive del tempo più precisamente, se non che, *certo cognoscit, quod secundo Novembris* 1572 *haec Stella nondum apparuerit* (2).

L'istesso Brahe non si assicura di affermare altro, se non che incominciò ad esser veduta *circa finem anni* 1572, *utpote mense Novembri prope hujus primordia, vel saltem in prima ejus triade* (3).

Circa il luogo poi della medesima Stella, si troverà nei medesimi autori diversità di molti minuti. Ma quando bene il luogo della Stella nuova non mi fusse anco stato così precisamente noto quando io feci le mie lezioni (il che fu non molti giorni dopo la sua apparizione), saria stato da riprendere il non mi essere assicurato di volere sino ad un minuto determinare il suo sito? o pur da lodarmi di non aver ardito di assegnare quella precisione a capello, che non si può conseguire senza una diligentissima, e molte volte replicata osservazione? sì come nel leggere le diversità dei luoghi assegnati a quella di Cassiopea, e a questa da diversi osservatori, si fa manifesto. Ma, Dio immortale, come riprende in me il Capra la negligenza in una precisione di una Stella l'altr'jeri apparsa, e non condanna la sua grande ignoranza nell'assegnare il diametro visuale dell'antichissima Luna da mille e mille misurato? il quale esso, a car. 9, dice in cielo non occupare più di mezzo grado, che sono 30 m., e pure è noto dai libri di tutti gli astronomi, come la Luna in diversi giorni del mese occupa ora 30, ora 31, ora 32 e 33 e 34 m. del suo cielo, e talvolta anco meno di 29: questo sì che è errore inescusabile, e argumento certo di somma ignoranza. Nè minor di questo fallo sarà quello, che egli

(1) Id., car. 553. (2) Id., car. 565 (3) Id., car. 297.

scrive a c. 20, dicendo così: *Ma sopra tutte le ragioni, il non aver questa Stella alcuna paralasse, è evidentissima dimostrazione che non possi essere se non fra le stelle fisse, nel qual loco la paralasse per la sua picciolezza non è sensibile.* Pone dunque nelle stelle fisse alcuna paralasse; nè si accorge nè intende ancora come nelle stelle fisse nè vi è, nè vi può esser paralasse, essendo quelle gli ultimi e altissimi corpi visibili, in relazion dei quali le stelle inferiori, e molto a noi vicine, fanno la diversità di aspetto, detta dalli astronomi paralasse. Queste cose, dico, discreti Lettori, non vi propongo io pel principale argomento della minima scienza e somma arroganza mostrata dal Capra nel suo libro sopra la nuova Stella; ma vi chiamo ad ascoltare attentamente quanto mi occorre di dirvi circa quello, che egli nel medesimo libro scrive a car. 18 b, dove (benchè quanto quivi racconta niente faccia al suo proposito, ma solo sia introdotto per tassarmi) scrive che io abbia detto nelle mie lezioni, la nuova Stella essere stata in linea retta con la Lucida della Corona boreale e con la Lucida nella coda del Cigno, e poi trapassa a condannare come imperfetto e inutile il modo, col quale io dissi di essermi accertato della immobilità di detta Stella, perchè sempre mantenne la medesima retta linea con due stelle fisse. Ora, io non dissi mai che la Stella nuova fusse in linea retta con la Lucida della Corona e con la coda del Cigno, ma sì bene con la Lucida della Corona e con la prima delle tre nella coda di Elice; ma perchè egli ha per avventura creduto che Elice voglia dir Cigno e non Orsa, quello che è stato errore della sua ignoranza, ha voluto ascriverlo per fallo e per inavvertenza mia: e che io non ponessi mai la nuova Stella in retta linea con la Corona e col Cigno, oltre alle testimonianze che potrei produr di moltissimi, che furono presenti alle mie lezioni, e che sino al presente ne hanno memoria, si trova ancora appresso di me la copia di una quasi epitome

delle mie lezioni, scritta in forma di lettera dal Molto Reverendo Sig. Antonio Alberti Arciprete di Abano al Clariss. Sig. Giovanni Malipiero, sino alli 17 del mese di Dicembre, che fu due mesi avanti la publicazione del libro del Capra, della quale ne sarà qui a basso trascritta quella parte che fa al presente proposito, riscontrata e autenticata come nel fine di questo discorso si vede: ma quello che più importa, e che rende la temerità del Capra senza esempio, è questo:

Un mese avanti che il Capra stampasse il suo libro, fu dall'Illustriss. Sig. Jacopo Aluigi Cornaro, e sopra un poco di carta li diede due interrogazioni, e le lasciò a detto Signore, acciò me ne domandasse in suo nome; venne immediate il medesimo Signore a trovarmi insieme coll'Eccellentissimo Sig. Francesco del Clariss. Sig. Taddeo Contarini, gentiluomo di nobilissimi costumi, ed oltre all'intelligenza delle leggi, della filosofia, e della sacra teologia, di poesie toscane leggiadrissimo scrittore, e mi portò la polizza colle interrogazioni, la quale si trova ancora appresso di me, le cui parole precise son queste: *Si dubita se stia bene a dire, che la nuova Stella con la Lucida della Corona boreale, e con la Lucida della coda del Cigno faccino sempre una retta linea: e che più facendo le suddette Stelle, ovvero altre che fussero, una retta linea, come sia possibile che si conservi la retta linea variando la nuova Stella la sua altezza.* Sopra di che io risposi a quei Signori, che non mi meravigliavo che al Capra giugnesse nuovo questo modo di osservare la immobilità di una Stella col referirla a due fisse, con le quali si trovi in retta linea, essendo egli ancor giovine e principiante in questi studj; ma dissi che restavo bene con qualche ammirazione come ciò non fosse noto al suo maestro, senza saputa del quale non era credibile che il Capra avesse fatte le interrogazioni; essendo che di simil modo di osservare ne sono poco meno

di 50 esempi posti in Tolomeo al cap. 1 del lib. 7 del suo Almagesto; e soggiunsi, che averei anco potuto scusare il detto suo maestro dal non aver ciò veduto in Tolomeo, la cui lezione, per esser difficilissima, non è per le mani di ognuno; ma non potevo già scusarli dal non aver simil maniera di osservare veduta in Tico Brahe, del quale si fanno descendenti in dottrina, e dal medesimo molto celebrata nella scrittura di Michel Mestlino fatta sopra la Stella nuova del 1572, il cui sito, immobilità e carenzia di paralasse con altro egli non osservò che con un filo, trovandola sempre in linea retta con due coppie di stelle fisse; e di più diedi a quei Signori in nota il luogo di Tico Brahe nei suoi Proginnasmati acciò lo mostrassero al Capra, il qual luogo è a c. 544. Quanto poi all'altra parte, li risposi esser falso che la nuova Stella fusse in linea retta col Cigno e con la Corona, ma li dissi che era in retta linea con la Corona e con la prima delle tre nella coda dell'Orsa maggiore, detta Elice; e di più accostatomi con i medesimi Signori ad un globo celeste, che sopra una tavola avevo, feci loro vedere come il medesimo cerchio massimo passava per il luogo della nuova Stella e per la Corona e per la coda di Elice; soggiugnendo, che l'istesso era esser nel medesimo cerchio massimo, che nella medesima linea retta Questo che io risposi fu dall' Illustriss. Sig. Cornaro riferito al Capra, ma però senza profitto alcuno della sua temerità e della sua ignoranza, non restando egli con tutto questo di stampare un mese dopo il libro già preparato con le medesime imputazioni contro di me, perseverando pure in asserire che io dicessi, la nuova Stella essere in retta linea con la Corona e col Cigno: e persistendo nella medesima ostinazione, che l'osservar il sito e l'immobilità di una Stella, col referirla ad altre, colle quali si trovi in retta linea, sia al dispetto di Tolomeo, e prima di lui di Ipparco, di Aristillo e di Democare, e dopo di Ticone

e di Mestlino e di altri infiniti, sia, dico, un modo fallace e imperfetto. Oh temerità inaudita! oh ignoranza ostinata! Or quale schermo averemo noi contro alle calunnie di costui qualvolta ei voglia imporne qualche menzogna; giacchè non solo il non aver detta una follia, ma il replicare a lui con l'intervento di più testimonj di non averla nè detta nè immaginata, non basta a raffrenar la sua sboccata penna, che non trascorra in falsamente e arrogantemente imporlaci? Ma notisi dal discreto Lettore l'inavvertenza di costui congiunta colla malignità, poichè si è immaginato di poter far creder altrui, che io troppo inverisimilmente abbia equivocato nel conoscer il Carro, conosciuto insin dai buoi, o almanco dai boari, o dir ch'io l'abbia cambiato col Cigno, costellazione da quella non men lontana e diversa di quel che un orso vero sia da un vivo cigno. Ma ponghiamo le attestazioni attenenti a questo luogo, e poi passiamo più avanti.

Estratto dalla lettera del M. R. Sig. Antonio Alberti Arciprete d'Abano scritta li 17 Dicembre 1604.

. . . . *ma si fa chiaro anco per le seguenti ragioni, che nè anco può esser sotto il ciel della Luna. Prima, se fosse nella regione elementare, ancorchè in parte altissima, averebbe diversità di aspetto, il che non è, perchè l'Eccell. Sig. Galilei soprannominato l'ha diligentissimamente osservata in linea retta con la prima stella delle tre nella coda dell'Orsa maggiore e con la Lucida della Corona, e l'ha sempre in quella linea retta ritrovata, ec.*

Attestazione degl' Illustriss. SS. Cornaro e Contarini.

A dì 15 d'Aprile 1607 in Padova.

Affermo e attesto io Giacomo Aluise Cornaro come è la verità, che circa un mese avanti che Domino Baldassar Capra stampasse il suo Trattato sopra la Stella nuova, mi dette sopra un poco di carta due interrogazioni, acciò che io da parte sua le mostrassi al Sig. Galileo matematico, e ne pigliassi da lui risposta, le quali interrogazioni in somma contene-

vano questo: Prima, se era ben detto che la Stella nuova facesse linea retta con la coda del Cigno e con la Lucida della Corona boreale, e l'altra quanto fosse sicuro modo questo di conoscere il sito o moto d'una stella con l'osservare con quali altre fosse in linea retta, non si potendo mantenere la medesima retta variando altezza la nuova Stella; al che rispose il detto Sig. Matematico, che quanto all'osservare il moto e sito d'una stella, cioè dove sia collocata, e se abbia altro moto che le fisse, quello del vedere con quali fisse faccia linea retta, era un modo sicurissimo e usato da Tolomeo e dagli altri Astrologi avanti e dopo di lui; e più mi mostrò e dette in nota il luogo di Tico Brahe, il quale mette per eccellentissima la regola di Mestlino, il quale con un filo osservò e ritrovò il sito della Stella nuova del 72: e circa l'altra domanda mi rispose, che la Stella nuova del 1604 non faceva retta con la coda del Cigno e con la Corona, ma con la coda dell'Orsa e con la Corona: mi mostrò anco di più ciò esser vero sopra un globo celeste; e a tutto questo fu presente ancora il Sig. Francesco Contarini, e il tutto fu da me puntualmente riferito al detto Capra il giorno seguente. In fede di che ho fatta la presente testificazione di propria mano, sigillata con il mio sigillo.

Io Giacomo Aluise Cornaro affermo ut supra.

Io Francesco Contarini del Clariss. Sig. Taddeo fui presente, e affermo esser la verità quanto di sopra è narrato.

Condanna dunque il Capra nel sopracitato luogo il modo dell'investigare la immobilità di una Stella coll'osservare se persiste sempre in linea retta con due medesime fisse, e dice (1): *Questo modo non essere in tutto sicuro, perchè, se bene quando la Stella nuova era alquanto elevata faceva una retta con due fisse supposte, vicina poi all'orizzonte per la refrazione dei vapori non poteva fare detta linea retta;* dal che ognuno, che mediocremente intenda le primizie dell'Astronomia, potrà chiaramente comprendere come il Capra non intende niente questo modo di osservare la immobilità di una stella, il quale ei piglia ad impugnar come fallace. Ha creduto il Capra, come dalle sue parole necessariamente si raccoglie, che io e gli altri Astronomi,

(1) Nella *Consider. astronomica sopra la Stella nuova*, a car. 29.

avendo osservate tre stelle in linea retta, per accertarci se alcuna di esse ha moto proprio, ritorniamo poche ore dopo ad osservare di nuovo se quelle mantengono la medesima linea, nel qual riscontro potendo accader fallacia, rispetto alle refrazioni ed all' aver le dette stelle mutato sito sopra l' orizzonte, non si deve stabilire alcuna certa scienza. Ma chi vi ha detto, messer Capra, che tra l'una e l'altra osservazione si debbano traporre alcune poche ore? o chi sarà quello di così grosso ingegno, che creda nè anco il moto di Giove, non che quello di Saturno, o di altra, se si trovasse stella più pigra, potersi avvertire con osservazioni sì poco distanti di tempo? ci vogliono, non ore, ma giorni, settimane, mesi, anni e anco secoli tra l' una e l' altra osservazione, prima che possiamo asseverantemente stabilire che una stella non abbi moto diverso dall' altre. Asserì Tolomeo le stelle fisse non mutarsi tra di loro, perchè? perchè tutte quelle triplicità, che egli trovò rispondersi per retta linea, furono molte centinaja di anni avanti da Aristillo e Timocare, e poi da Ipparco ritrovate nelle medesime rette; e io dissi che la Stella nuova non mostrava di aver moto proprio, perchè avendola ritrovata da principio in retta linea colle dette due fisse, molti giorni e settimane dopo, e non alcune ore, si era mostrata nella medesima retta; nelle quali osservazioni, che hanno, per vita vostra, che fare le refrazioni? E chi mi vieta di far le osservazioni quando la Stella sia nelle medesime altezze sopra l'orizzonte? Riprendete dunque il vostro niente sapere, e il vostro niente intendere, e non le operazioni ottimamente da me, e prima da tutti gli altri astronomi fatte.

Credo, giudiziosi Lettori, aver fin qui assai apertamente dimostrata la malevola disposizione del Capra verso di me, cominciata a discoprirsi più anni sono, anzi pur senza alcun freno di modestia traboccata con una troppo licenziosa audacia nelle false imposture contro di me, le

quali sin qui avete intese. Or qui lascio a voi pensare, quali creder si possa che siano state le calunnie, le maledicenze e le insidie sparse, vomitate e macchinate contro alla riputazion mia, e in palese e ascosamente da costui e dai suoi pessimi consultori, praticando 14 o 15 anni nella medesima città, e vedendomi ogni giorno; che se con tanta falsità e con tanta imprudenza non si è ritenuto di pubblicar le soprannarrate imposture, in modo che non poteva non essere sicuro che all' orecchie mi erano per pervenire, quali credete che siano stati i suoi concetti nei ragionamenti privati, e quali le calunnie che averà creduto di potere in questo e in quel particolare ascosamente imprimere? Ma perchè parrà forse ad alcuno impossibil cosa che nell' animo del Capra si sia così saldamente radicato un odio intestino contro di me, senza avergliene io data qualche grave occasione, offendendo o lui, o suo padre, o altro suo intrinseco, o con fatti o con parole, e che non possa l' inimicizia naturale dell' ignoranza contro la virtù per sè sola esser stata bastante a provocarmi così aspramente la rabbia di costui; non voglio restar di dire come io non mi sono con loro abboccato in tutto il tempo, che sono stato in questa città, più di tre o quattro volte, e ciò solamente per qualche loro beneficio; e credo, se ben mi ricorda, che il primo abboccamento fosse col consegnare a suo padre per iscolare nella scherma il molto illustre Sig. Conte Alfonso di Porcia gentiluomo Furlano; la seconda volta fui col padre e col figlio in casa dell' illustrissimo Sig. Jacopo Aluigi Cornaro, pregato da loro per mostrargli il mio Compasso e alcune sue operazioni, come più a basso nell' attestazione del medesimo Sig. Cornaro si vede; terzo, sentendo essere in mano dell' Illustriss. Sig. Orazio dei Marchesi del Monte un ordine di un grandissimo Principe di procurar di avere un certo segreto, e che non si guardasse a spesa alcuna, e venendo detto Signore ad informarsi da me se io cono-

scessi un tale nominato da quel Principe per uomo che possedesse il segreto desiderato, gli dissi che sì, ma che egli allora non era in queste parti; e così mi licenziai dal detto Sig. Orazio: immaginandomi poi che il medesimo segreto potesse essere anco appresso M. Aurelio Capra, padre di questo mio avversario, mi abboccai seco per intendere se avesse il detto segreto, e se avendolo e potendo riceverne da un grandissimo Principe una larghissima recognizione, si saria contentato di comunicarglielo, mi rispose di sì, ed io subito fui a trovare il Sig. Orazio, dicendoli che avevo trovato un altro, che possedeva il segreto desiderato, e che stimando che a quel Principe poco importasse l'avere il segreto più da quella persona, che fu da lui nominata, che da altri, e giudicando il detto Sig. Orazio il medesimo, condussi detto Signore dal Capra, e li lasciai nel maneggio di questo negozio, il quale credo anco che sortisse con satisfazione dell'una e dell'altra parte. E questo è quanto io mi ricordo avere avuto che trattare con costoro; dai quali trattamenti vedasi se ho meritato di esser così mal trattato da loro. Ma a che mi vo io affaticando in voler con altre deposizioni giustificarmi di non lo aver mai offeso? Qual più intero testimonio devo io cercare in confirmazione dell'animo mio bene affetto verso di lui, che la tolleranza avuta da me più di due anni continui, che la sua Considerazione Astronomica, nella quale così falsamente e mordacemente mi pugne, vada intorno senza mia risposta, potendo io così facilmente purgar me e mostrare al mondo le sue falsità, non meno nel detrarre a me, che nella sua dottrina? il che però non ho mai voluto fare, nè mai l'avrei fatto, se la ostinata, incomparabile e incomportabile sua temerità non avesse finalmente con questa sua ultima azione vinta, anzi sforzata la mia sofferenza. Ma che dico io di essermi voluto astenere dal rispondere, e scoprire le sue inezie e mali-

gnità? diciamo pure (e forse con maggior nota della mia riputazione, che con laude della mia indulgenza) dell'avere io vietato che sia data alle stampe una lettera in forma di Apologia, scritta da un mio scolare in mia difesa, intorno alle calunnie e inezie del Capra poste da lui contro di me nella detta Considerazione Astronomica, la quale Apologia con bellissimo artifizio fu composta subito dopo la publicazione della detta Considerazione, e nel portarmela il detto mio scolare a rivedere, la ritenni appresso di me e ancora la ho, nè volli che fusse pubblicata, compassionando al giovine Capra, e sperando pure che dal padre o da altri suoi amici dovesse senza tanto suo rossore essere corretta e per l'innanzi modificata la sua arroganza. E acciò che alcuno non credesse quanto ho adesso detto essere una finzione, sarà nel fine di questa difesa nominata la detta lettera apologetica presentata da me avanti gl'Illustr. SS. Podestà e Capitano di Padova, e da loro SS. Illustr. veduta, riconosciuta e per fede del proprio autore autenticata, dove ancora saranno nominate e autenticate tutte le altre scritture e attestazioni fatte in Padova, che in questa difesa da me saranno prodotte, delle quali gli originali resteranno nella Cancelleria dell'Illustriss. Sig. Podestà, per esser mostrati a chi volesse vedergli, e le altre fedi che produco, e che sono fatte in Venezia, presentati gli originali, e riconosciuti dagl'Illustriss. ed Eccellentiss. SS. Riformatori, saranno da loro SS. in simile maniera autenticate.

Questa mia così umana e lunga sofferenza, questa mia dissimulazione dei villaneschi affronti fattimi da costui, la quale in ogni altro avria finalmente col rimorso della coscienza suscitato un ravvedimento dei proprj falli, e raddolcita ogni amarezza, la quale essendo internata nel suo gusto, le operazioni mie onorate non senza nausea sentir gli faceva, ha per lo contrario talmente gonfiata la vanissima sua follia, promossa l'arroganza, inanimita l'auda-

cia, smorsata la temerità e inacerbito il veleno, che tutti i sensi e più la lingua gli occupa; ma sopra tutto il resto (e ciò per concession di Dio) offuscatogli così ogni lume di mente, e tolto per suo castigo ogni giudizio e discorso, che reputando egli la mia tolleranza una timidità, la mia dissimulazione una stolidità, il mio disprezzo delle sue sciocchezze una mia crassissima ignoranza, si ha lasciato trasportare in questa sua ultima abominevole, infame e detestabile operazione; nella quale si è creduto e persuaso di poter non solamente diffamar me', ma burlare ed aggirare tante e tante altre persone, che della verità del fatto sono benissimo consapevoli. Quale sia stata questa sua sì vergognosa azione, restami finalmente di far manifesto al mondo; e qui mi perdonerete, Lettori pii, e del giusto amatori, se forse con troppo tedio vi terrò occupati in leggere questa mia difesa; e mi scuserete se troppo minutamente anderò ancora ritrovando gli errori di costui, per far costare la sua ignoranza non cedere un pelo alla temerità e alla pazzia.

Dico dunque, che sono già dieci anni, che avendo io ridotto a perfezione un mio strumento, da me chiamato Compasso Geometrico e Militare, cominciai a lasciarlo vedere a diversi gentiluomini, mostrandone loro l'uso, e dandogli lo strumento e le sue operazioni dichiarate in scrittura; il quale strumento è stato così aggradito, che da quel tempo in qua per sodisfare a molti Principi e Signori di diverse nazioni, mi è convenuto farne fabricare in questa città oltre al numero di cento, senza quelli che in Urbino, in Firenze e in alcuni luoghi di Alemagna sono di mio ordine stati lavorati; sì che poche restano le provincie di Europa, nelle quali da' miei scolari non siano stati di tali strumenti trasportati; e finalmente parendomi cosa assai pericolosa, che venendo questa mia invenzione in tante mani, potesse incontrarsi in alcuno che se la attri-

buisse; anzi pure essendo io un anno fa stato fatto avvertito, che quando io non ci avessi preso provvedimento, qualcun' altro si sarebbe fatto bello delle mie fatiche, mi risolvetti a stamparne le operazioni; il che feci qui in Padova sono già 13 mesi, credendo in questa guisa aver precisa la strada ai latrocinj di coloro, che trapassando la vita in ozio, vogliono con l' altrui vigilie suscitarsi fama di literati. Ma poco mi ha questa mia provvisione giovato; poichè Baldessar Capra milanese, in questa medesima città, dove da 12 o 14 anni in qua dimora, trasportando il mio libro di toscano in latino, e alcune frivolissime cose aggiugnendovi, lo ristampa tre mesi sono, facendo sè di tale invenzione autore, e dichiarandone me per impudente usurpatore. Oh ardire! oh temerità! Ma perchè molte circostanze, che sono intorno a questo maneggio del Capra, aggravano infinitamente il suo delitto, e rendono questa azione vergognosissima, non voglio tralasciarle, ma produrle e con fedi autenticissime confermarle. E prima; che io abbia cominciato da dieci anni in qua a far fabricare di questi strumenti, e li sia andati di anno in anno comunicando e partecipando con Signori di diverse nazioni, potrà esser certo quasi in tutte le provincie di Europa, dove questa mia scrittura arriverà, ritrovandosi in ciascuna di esse o pochi o molti di questi miei Compassi, trasportativi da' Signori, li quali in Padova da me gli hanno ricevuti con il loro uso in voce ed in scritto. Imperocchè oltre a quelli che hanno avuti in Italia i Serenissimi di Toscana e di Mantova, e l'Illustriss. ed Eccellentiss. Sig. Duca di Cerenza; in Germania, il Sereniss. D. Ferdinando Arciduca d'Austria, gl'Illustrissimi ed Eccellentissimi SS. Filippo Landgravio di Assia e Gio. Federico Principe di Olsazia: in Polonia, gl'Illustriss. ed Eccellentiss. SS. Cristoforo Duca di Sbaras, Gabriello e Giovanni Conti di Tencim, Raffaello Lenscinschi; in Francia, gl' Illlustriss. SS. Francesco

Conte di Noaglies e Gilberto Gasparo di Senterau; molti se ne ritrovano in mano di altri Signori nei sopraddetti luoghi, e quasi in ogni altra provincia di Germania e di Francia; e più, in Fiandra, in Inghilterra e Scozia presso tanti gentiluomini, che troppo lungo sarebbe il nominarli tutti. Onde solamente per soprabondante cauzione mi è parso a bastanza, delle molte che avrei potuto in questo luogo produrre, metter solo tre attestazioni; una del Clariss. Sig. Gianfrancesco Sagredo, una dell'Illustrissimo Sig. Jacopo Badovere gentiluomo Francese, e la terza poco più a basso del M. Rever. P. Maestro Paolo dei Servi, Teologo della Sereniss. Signoria di Venezia, li quali sono dieci anni che veddono da me questo strumento, e otto e nove anni fa ne ebbero uno per uno insieme con l'uso; porrò appresso la fede dell'artefice, il quale in Padova da dieci anni in qua me ne ha fabbricati circa 100.

A dì primo di Giugno 1607 in Venezia.

Faccio fede io Giovanfrancesco Sagredo dell'Illustriss. Sig. Nicolò aver già nove in dieci anni in circa avuto dall'Ecc. Sig. Galileo Galilei lettor delle matematiche in Padova uno dei suoi strumenti chiamato da lui Compasso Geometrico e Militare, e un altro simile poco dopo con alcune divisioni un poco mutate, e con altre estese a maggiori numeri, il quale strumento è quello stesso appunto, del quale l'anno passato ne stampò l'uso sotto questo titolo: Le Operazioni del Compasso Geometrico e Militare di Galileo Galilei *ec., la qual dichiarazione ebbi in scrittura e in voce insieme con lo strumento al sopradetto tempo, e ancora si ritrova appresso di me; e in fede della verità ho fatta la presente di propria mano.*

Io Giovanfrancesco Sagredo sopradetto scrissi manu propria.

A dì 13 di Maggio 1607 in Padova.

Io Giacomo Badovere francese espongo e attesto come è la verità, che sendo io già nove anni passati alloggiato nella propria casa e in compagnia del Sig. Galileo Galilei fiorentino, lettor delle matematiche in quello Studio, e imparando da esso Galilei le scienze matematiche, non pure vidi diversi de' suoi Compassi Geometrici e Militari, ma ne fui gratificato di uno, e di più della sua dichiarazione, mostrandomi in oltre

le regole che teneva intorno al modo del comporlo e segnare le sue divisioni, intorno alle quali in quel tempo era occupato, e ne mutò e migliorò alcune da quello che negli altri suoi Compassi prima fatti fabbricare fino a quel tempo aveva posto. E più, vidi, mentre dimorai nel medesimo luogo, come molti dei medesimi strumenti furono dal sopraddetto suo Autore comunicati a diversi gentiluomini di diverse nazioni: il quale strumento è il medesimo che questo, le cui operazioni sono state l'anno passato dall'Autore stampate qui in Padova sotto il titolo di: Le Operazioni del Compasso Geometrico e Militare di Galileo Galilei *ec. E di più avendo lasciato l'altro mio in Francia, ne ho circa quattro mesi sono avuto un altro dal medesimo Autore con la sua dichiarazione stampata: in fede di che ho fatta la presente attestazione manu propria.*

Io Giacomo Badovere scrissi.

A dì 24 di Maggio 1607 in Padova.

Depongo e affermo io Marcantonio Mazzoleni di Domino Paulo Mazzoleni come è la verità, che da dieci anni in qua ho continuamente lavorati all'Eccell. Sig. Galileo Galilei, Lettor delle Matematiche nello Studio di Padova, de' suoi Compassi Geometrici e Militari secondo l'ordine e le divisioni datemi da lui sino dal principio, de' quali glie ne ho fabricati due di argento, uno che mi disse esser per il Serenissimo Arciduca Ferdinando d'Austria, e l'altro per uno degl'Illustrissimi ed Eccellentissimi Landgravii di Assia, e altri di ottone circa il numero di cento per diversi altri Signori suoi scolari. E più affermo, molti di questi Compassi essere stati veduti in casa mia dove lavoro dal Sig. Baldessar Capra milanese, praticandovi lui da quattro anni in qua spesse volte, dal qual Sig. Baldessar non ho mai sentito dire che tali Compassi fussino invenzione sua; e in fede della verità ho fatta la presente attestazione da potersi produrre in ogni luogo come verissima che essa è.

Io Marcantonio Mazzoleni sopradetto scrissi di propria mano.

E che questa quantità di strumenti siano stati da me fatti fabbricare in questa città in tutto questo tempo, è stato benissimo saputo dal Capra: ma pure quando ei volesse dissimulare o negare questa notizia, non potrà egli certo negare quello che di sopra è stato deposto nella fede di maestro Marcantonio, cioè che egli praticando da quattro anni in qua frequentemente nella sua bottega, abbia veduto fabbricare più di 30 di tali miei strumenti, nè però li ha mai

conosciuti per sua invenzione. In oltre non potrà negare come già sono cinque anni che egli e suo padre mi fecero pregare dall'Illustrissimo Sig. Jacopo Aluigi Cornaro, in casa del quale molto familiarmente praticavano, che io fussi contento di lasciar loro vedere questo mio strumento e le sue operazioni, il che io feci richiestone dal detto Signore in casa sua, come dalla sottoposta sua fede si fa palese; nella quale si vedrà ancora, come due anni sono il padre del Capra pregò instantemente il medesimo Signore, che fusse contento di prestargli uno dei mei strumenti, che appresso detto Signore anco si ritrova, dicendo che Baldessar suo figliuolo vi voleva fare attorno studio, e procurar di intenderlo e anco fabricarsene uno per sè, il che gli fu da detto Signore conceduto, come appresso s' intende.

A dì 6 Aprile 1607 in Padova.

Faccio fede io Giacomo Aluise Cornaro appresso tutti quei luoghi dove la presente attestazione di mia propria mano e sigillata con il mio sigillo fosse presentata, qualmente è la verità che il Sig. Aurelio Capra milanese e il Sig. Baldessarre suo figliuolo, già circa cinque anni sono, mi ricercorno con instanza ch' io pregassi il Sig. Galileo Galilei, matematico di questo Studio, che volesse esser contento di far loro vedere alcune operazioni del suo istrumento chiamato da lui Compasso Geometrico e Militare, il che feci io qua in casa mia, dove fui dal Sig. Galileo compiaciuto, il quale alla mia presenza mostrò alli detti diverse operazioni sopra il detto suo istrumento; e di più affermo come li medesimi Aurelio e Baldessarre, circa due anni sono, mi ricercorno con instanza grande ch' io volessi prestar loro uno delli detti compassi del Sig. Galileo, che da esso suo inventore e autore io ebbi, asserendo Baldessarre volervi far sopra studio e fabricarsene uno per sè, nel che furono da me compiaciuti, prestandoli io il detto Strumento, che è quello stesso del quale l'anno passato ne fu dal suddetto Sig Galileo Galilei stampato l'uso sotto questo titolo: Le Operazioni del Compasso Geometrico e Militare di Galileo Galilei *ec., il quale strumento, dopo averlo li detti Aurelio e Baldassarre tenuto appresso di loro alquanti mesi, mi restituirono, e tutto questo con pura e intiera verità; in fede di che ho fatto di mia propria mano la presente attestazione questo giorno sopraddetto.*

Io Giacomo Aluise Cornaro sopradetto.

Da queste cose dunque è manifestissimo, che non solamente il Capra in sua coscienza sapeva benissimo da gran tempo in qua che questo strumento era mia invenzione e non sua, ma sapeva di più che diversi ancora in questa città sapevano come egli questa verità conosceva e ammetteva; poichè in mano mia e dell' Illustriss. Sig. Cornaro, e cento volte in mano dell'artefice, aveva nello spazio di molti anni passati veduto questo strumento, nè mai per suo l'aveva conosciuto o nominato; e con tutto questo non si è peritato o vergognato di stamparlo adesso per cosa sua, benchè io medesimo in questo medesimo luogo ne stampassi finalmente l'anno passato le Operazioni; anzi di più, scorto dalla medesima impudenza e imprudenza, subito finita di stampar la sua opera, ne mandò (e il portatore fu suo padre) una copia al medesimo Sig. Cornaro, acciò che S. Sig. Ill. vedesse quello che il suo ingegno avea saputo effettuare; la qual copia restata appresso detto Signore, e partitosi il Capra, fu considerata: e accortosi S. Sig. Ill. come era il mio libro trasportato in latino, mi mandò subito a chiamare, essendo la mia casa contigua a quella di S. S., e non senza sdegnose esclamazioni mi fece vedere la insolenza usata dal Capra, e incontrando più minutamente questo libro col mio, e di più abbattendosi nelle parole ingiuriose che in quello si vedono contro di me, spinto da nobile sdegno contra costoro, i quali della sua cortesia si erano serviti per istrumento da machinar sì vergognosa truffa, li scrisse, rimandandogli il lor libro indietro, la seguente lettera.

Partita jeri l'altro V S. molto Magnifica da me, andai trascorrendo il libro posto in luce di nuovo dal Signor suo figliuolo donatomi da lei: nel quale trovando trasportate dal volgare in latino tutte le Operazioni del Compasso Geometrico e Militare del Sig. Galilei, stampate da lui l'anno passato, mi posi con grande ansietà a leggerlo, credendo certo di trovare, come era ben ragionevole, alcuna onorata menzione del suddetto

Autore; ma mi avvenne in contrario: perciocchè incontrando in un ingiurioso modo di parlare ad Lectorem *in disonore del mio amatissimo e onorandissimo amico, tenuto da me come da altri gentiluomini e principi in suprema stima, per la incomparabil sua dottrina e altre degne qualità che in lui risplendono, son andato pensando a qual fine si possi esser impiegato il Sig. Baldessarre in così fatta azione di mala creanza, ponendo mano nell'opere altrui senza riguardo d'alcun convenevole rispetto che doveva avere: nè al fine ho saputo trovar altra causa, che la sua mala volontà mostrata ancora contra il Sig. Galileo in altro suo libro pubblicato già sopra la Stella che apparve l'anno 1604, della quale continuata malevolenza senza ragione ho sentito e sento sì gran dispiacere, che non posso restare di non dolermene con VS., che ha assentito ad operazione disconvenevole a gentiluomo ingenuo; nè più a lungo le dico per non moltiplicare in parole e ufficii dispiacevoli, abborriti sopra modo da me in ogni caso e sopra tutti in questo, che convengo fare con VS., che è stata sempre in molta mia stima, alla quale rimando con questa anco il libro che ella mi diede, per non mostrare di consentire a cosa che io abborrisco. Di casa li 4 Aprile 1607.*

Giacomo Aluise Cornaro.

Io poi immediatamente procurai di avere un altro di quei libri, e tornando con maggior diligenza a rileggerlo, per veder pur se vi era scritto quello, che mi pareva impossibile potervi essere; e vedendo sempre più la cosa chiara e manifesta; stetti gran pezzo in dubbio se io sognavo o se pure ero desto; e soprapreso da stupore, da sdegno e da travaglio insieme, un presentaneo soccorso mi fu dalla fortuna apparecchiato, e questo fu un numero grandissimo di nefandissimi errori sparsi per tutta quell' opera nel volere il suo mentito autore, o mascherare alcuna delle cose copiate dal mio libro, o pure introdurvene alcune altre non copiate da quello; la quale crassissima ignoranza stimai (siccome è poi seguito) potermi esser per saldissimo argumento, quando tutte le altre giustificazioni mi fussero mancate, a far costare la verità, col dichiarar lui impudente, e non meno stolto, usurpatore delle invenzioni mie. E su questa speranza raccogliendo alquanto gli spiriti, e

cominciando a pensare al modo che io dovessi tenere acciò che al mondo venisse in luce la verità, nè rimanesse una mia tanta ingiuria impunita, presi per lo migliore di tutti i partiti il trasferirmi a Venezia avanti agl'Illustriss. ed Eccellentiss. SS. Riformatori dello Studio di Padova, e a quali esporre il mio aggravio, sicuro che la prudenza e giustizia loro non solo averebbe abbracciata questa mia causa, ma non avrebbe lasciato incastigato un tale affronto; il quale non tanto la mia persona privata, ma il pubblico luogo che tengo in questo Studio, e appresso la vigilanza di loro Signorie Illustriss. ed Eccellentiss., con grave nota macchiava. Andai dunque il dì 7 di Aprile, che fu il Sabbato avanti la Domenica delle Palme, a Venezia, e il Lunedì Santo comparsi avanti li sopraddetti Illustriss. ed Eccellentiss. SS. Riformatori, ai quali esposi la mia querela (1)

(1) *Il Memoriale presentato da Galileo ai Riformatori dello Studio di Padova è il seguente, del quale la minuta autografa si ha nel Cod. 7 della Parte III dei MSS. Galileiani.*

ILLUSTR. ED ECCELLENT. SIGNORI RIFORMATORI.

Io Galileo Galilei fiorentino, lettor publico delle matematiche nello Studio di Padova, espongo alle Signorie VV. II. ed EE. come sono già dieci anni, avendo dopo lunghi ed assidui studj ridotto a perfezione un mio strumento matematico di mia pura imaginazione escogitato, inventato e perfezionato, le utilità del quale e in quantità e in qualità essendo grandi in tutte le parti delle matematiche così contemplative quanto civili, militari e meccaniche, stimai in detto tempo potere a molti giovare col conferire con loro e li strumenti e il modo dell'usarli, dandone appresso in scrittura chiara istruzione a molti principi e signori, ed altre genti di diverse nazioni, sì che ne sono sino a questo giorno per ogni parte d'Europa sparsi, e in particolare se ne trovano in non piccol numero in questa città di Venezia in mano di diversi gentiluomini; e perchè non mi compiacessi tanto delle cose proprie, benchè ne vedessi un comune applauso, che io non stimassi poterle anco col progresso del tempo, e con nuovi studj accrescere e migliorare, restavo di far detto

e mostrai l'uno e l'altro libro, cioè il mio stampato e publicato sotto li 10 di Giugno del 1606, e l'altro del Capra stampato e pubblicato li 7 di Marzo del 1607, adducendo a loro Signorie Illustriss. ed Eccellentiss. autentiche prove come quella era opera mia, e più facendoli vedere le parole ingiuriose, colle quali dal Capra venivo diffamato. Sopra di che determinarono detti Signori di scrivere una lettera agl'Illustriss. Signori Rettori di Padova, il Sig. Almorò Zane e il Sig. Giovanni Malipiero, ricercando lor SS. Illustrissime che facessero immediate torre in nota

strumento e vulgatissimo e comunissimo con le pubbliche stampe. Ma sendomi un anno fa pervenuto qualche sentore che altri si sarebbe appropriata la mia invenzione, quando non vi avessi fatto provvedimento, mi risolvei far stampare in Padova alcune copie delle operazioni di questo mio strumento sotto questo titolo: *Le Operazioni del Compasso Geometrico e Militare di Galileo Galilei* ec. ec., per tagliare la strada a quelli che volessero attribuirsi le fatiche mie. Ma tale provvedimento non mi è bastato, poichè nuovamente Baldessar Capra milanese, trasportando dalla toscana nella latina lingua il libro mio, e alcune poche cose tralasciandone, e alcune pochissime e frivolissime o false aggiungendone, lo stampa nella medesima città, e con parole ingiuriosissime asserisce essere io stato impudente usurpatore di questa opera, la quale esso Capra procura di persuadere esser parto delle sue fatiche, e sè esserne vero e legittimo effettore, e pertanto dovere io con gran vergogna arrossirmi, nè mai più ardire di comparire nel cospetto delli uomini di onore e di lettere. Onde essendo io Galileo Galilei sopradetto, vero, legittimo e solo inventore, sì che altri non ve ne ha parte alcuna, dello strumento e di tutte le sue operazioni già da me publicate, come io pienamente potrò fare alle SS. VV. II. ed EE. costare, e però sendone io tanto falsamente quanto temerariamente e impudentemente dichiarato usurpatore dal sopradetto Capra; anzi essendo egli che con la medesima temerità cerca di usurparsi l'opera e l'onore mio, ricorro alle SS. VV. II. ed EE. acciocchè, conosciuta che sia da loro questa verità, provvegghino con la loro autorità alla redintegrazione dell'onor mio, prendendo di questo usurpatore e caluntatore quel castigo che alla somma loro prudenza parrà esser condegno delle opere di quello.

tutti i libri del Capra, che si trovavano tanto appresso il librajo, quanto appresso lo stampatore e autore, ai quali sotto gravi pene si proibisse il darne più fuora alcuno sino a nuovo ordine di loro Signorie Illustriss. ed Eccellentiss., e di più, che facessero citare il detto Capra a dover comparire la mattina delli 18 di Aprile (dando luogo ai giorni Santi, e alle feste della Santissima Pasqua) avanti le porte del Collegio di Venezia, dove sariano ridotti detti Illustrissimi ed Eccellentiss. Signori Riformatori, per dover produr sue ragioni circa il sopranarrato fatto. Furno eseguite le lettere, sospesi e tolti in nota i libri, dei quali 440 ne manifestò il librajo che li fece stampare, che fu D. Pietro Paolo Tozzi, e 43 disse trovarsene in mano dell' autore; il quale fu parimente citato per dover comparire come di sopra.

Presentatici dunque il giorno 18 predetto avanti le porte del Collegio, il Sig. Paolo Ciera Segretario degl'Illustrissimi ed Eccellentiss. Signori Riformatori, di ordine di loro Signorie ci disse, come per quella mattina non si saria fatto altro, essendo li Signori Riformatori occupati; ma che noi fussimo il seguente giorno su l'ora di vespro a casa dell' Illustrissimo ed Eccellentiss. Sig. Francesco da Molino, Cav. e Proc., che è uno dei Signori Riformatori, dove gli altri due ancora si sariano ridotti. Si ridussono i Signori Riformatori al luogo e tempo detto; e io comparso alla presenza di loro Signorie Illustriss. ed Eccellentiss., sentendo il Capra di nuovo esporsi la mia querela, dolendomi come avendo io già dieci anni ritrovato e inventato un mio strumento, e quello poi nel progresso del tempo conferito e comunicato per mia invenzione, come veramente è, a moltissimi Signori e Principi grandi di diverse nazioni, e finalmente stampatone l'anno precedente le sue operazioni, dedicandole al Sereniss. Principe di Toscana mio Signore, Baldessar Capra milanese quivi presente venisse ora a trasportar detta mia opera di toscano in latino,

e a stamparla per sua fatica e invenzione, facendone di più con parole ingiuriosissime me impudente usurpatore, e perciò indegno di comparire nel cospetto degli uomini ingenui e letterati; e che per tanto sendo questa sua azione erronea, temeraria e diffamatoria dell'onor mio, del luogo che tengo nello Studio di Padova, e pregiudiciale ancora alla vigilanza colla quale debbono provvedere loro Signorie Illustriss. ed Eccellentiss. alle cose dello Studio, mantenendolo fornito di uomini sufficienti ai lor carichi, dovessero loro Signorie Illustriss. ed Eccellentiss., conosciuta la verità del fatto, provvedere secondo la lor somma prudenza alla redintegrazione dell'onor mio, col dare il meritato castigo al delinquente; protestandomi di più larghissimamente che qualunque volta potesse mai costare, che io, non solo tutta l'invenzione del mio strumento, ma qualunque minima parte di quello avessi usurpata, non pur dal Capra, ma da qualsivoglia altro autore o uomo del mondo, già di fatto mi dichiaravo e sentenziavo degno delle note attribuitemi dal Capra, e di maggiori ancora; ma all'incontro supplicavo lor Signorie Illustriss. ed Eccellentiss. che dopo che io avessi loro fatto costare come il Capra era usurpatore dell'opera mia, volessero usare quel medesimo rigor di giustizia verso il mio avversario, al quale io spontaneamente mi sottoponevo.

A quanto fu da me con simili parole proposto rispose il Capra, dicendo primieramente increscerli di dover tediare a mia richiesta le loro Sigg. Illustriss. ed Eccellentiss., e che il mio comparir là non era necessario, e che se io mi sentivo dai suoi scritti aggravato, la penna e la carta erano le armi dei letterati; ma già che mi era parso tener questa strada, lui era comparso a render buon conto di sè; e che per tanto primieramente negava di essersi fatto autore di quell'opera, mostrando per attestazion di questo un luogo nella prefazione *ad Lectorem*, nel quale da queste

parole: *Nec objiciat quispiam me haec non excogitasse: nam istos libenter audire velim, quod responsuri sint ad quaestionem, qua senex quidam doctus alterum interrogavit: Quot putas (inquit) haberemus hodie in mundo doctos viros, si non uteremur aliorum inventis?* diceva manifestamente comprendersi come ei non si faceva autore di quest' opera, e un altro luogo produsse in confermazion di questo medesimo nella dedicatoria, in quelle parole: *Cum itaque hic, licet imperfectus sit, praestantissimi viri culturae fructus, jure ille tibi Illustrissimo Principi debetur.* Rispose in oltre, che egli non faceva me usurpatore di quest' opera, e che le parole d' ingiuria, che io diceva esser nel suo libro, non riguardavano la persona mia, non vi essendo mai in tutta l'opera nominato; sì che l' addossarmi quelle ingiurie era più presto una mia fantasia, che volontà sua; negò finalmente esser vero, che il mio libro fusse da lui stato trasportato nel suo, dove molte cose diceva ritrovarsi, le quali non erano nel mio, come la fabrica dello strumento, e molte delle operazioni; anzi disse non aver veduto il mio libro stampato; e che perciò essendo quanto egli diceva chiaro e manifesto, doveva esso e il suo libro essere licenziato, e rimesso alla publica vendita.

Gli fu da me alla prima parte risposto, che la carta e la penna erano il campo e le armi dei letterati, quando si avessero a decidere differenze di lettere, ma che il giudizio tra un letterato e uno infamatore arrogante doveva domandarsi da un foro simile a quello dove l'avevo convenuto. Alla sua seconda risposta replicai, che nel primo luogo da lui addotto non vi era specificazione alcuna, per la quale costasse che ei si nominasse non autore di quest'opera, e quelle e simili altre parole potevano dal Lettore esser benissimo interpretate come dette per una certa modestia; e quanto all' altro luogo da lui addotto, quello non far punto al proposito, perchè quivi egli altro non dice se non che questo libro è frutto,

ben che imperfetto, della cultura del suo prestantissimo maestro; ma tal cultura non è altro che la scienza dell'ingegno del Capra; adunque quest' opera è frutto imperfetto della scienza dell'ingegno del Capra. Essendo dunque questi modi di parlare o molto ambigui o fuori del proposito, che egli di provar cercava, invitai gl' Illustriss. ed Eccellentissimi Signori Riformatori a vedere i luoghi, nei quali apertissimamente il Capra chiama questa opera sua, scrivendo in tutti questi luoghi, prima nella prefazione, dipoi a car. 304, a car. 319, a car. 335, a car. 336, a car. 351, *hoc nostrum instrumentum*. Di più produssi un luogo della dedicatoria, le parole del quale sono queste: *Quare his relictis, ad propositum meum magis accedens, cum satis diu fabricam et usum hujus Circini proportionis, quem non immerito totius Geometriae compendium nominavi, volutassem;* dal quale il Lettore altro non può cavare se non che il Capra sia inventore della fabrica e dell' uso di questo strumento, il quale ei vuole stampare; perchè per stampare una composizione di un altro, non occorre rivolgersela per le mani assai lungo tempo, come il Capra afferma aver rivoltosi questa. Finalmente produssi quello che egli ha stampato nella lettera, che ei prepone all' opera, finta che gli sia scritta, o pur veramente scrittagli, che ciò poco importa, dandogli lui l'assenso e stampandola, crederò io, come veridica e non come falsaria, le cui parole son queste: *Interim maximoperè cupio, cupiuntque communes amici, ut recentem foeturam magnis a te laboribus elucubratam, nempe egregium illud instrumentum Geometricum, Arithmeticumque, quod Circinum proportionis apte inscribendum putasti, in lucem conspectumque hominum prodire sinas; non vulgarem enim Geometricae et Arithmeticae scientiae studiosis afferres utilitatem, et lumen non exiguum, siquidem hujus instrumenti ope non solum cuncta propemodum Euclidis problemata, ac plura alia, ne dicam innumerabilia quaesita, brevissime, facil-*

limeque resolvent; sed etiam iisdem ad omnes altitudines, profunditates, nec non locorum intercapedines dimetiendas, expeditissima, promptissimaque patebit via; ad quod imprimendum, publicandumque, praeter communem utilitatem, cui fere soli vel Platonis testimonio homo natus esse videtur, et praeter amicorum utilitatem, nostramque illam dulcem et studiorum et animorum conjuctionem, quae apud te pro tua benignitate non me latet esse alicujus momenti; illud quoque non minimum te movere debet, ut qui hujusce instrumenti inventionem impudenter sibi arrogant, patefacto vero et germano effectore, magno suo cum dedecore erubescant, et coram literatis et candidis viris posthac sese offerre amplius non audeant. Dove primieramente egli asserisce e ammette che questo strumento Geometrico e Aritmetico è parto novello da sè con gran fatica elucubrato. Di più, siccome apertissimamente si scorge, viene da lui esibito che dalla publicazione di questa sua opera sarà fatto palese chi ne sia il vero e legittimo effettore; sì che quelli che sfacciatamente si arrogano l'invenzion di questo strumento, con loro grande obbrobrio si arrossischino, nè più per l'avvenire ardischino di comparire nel cospetto degli uomini letterati e ingenui. Ora veggasi e riveggasi, leggasi e rileggasi mille volte tutto il suo libro, non si troverà che sia fatto palese, che altri

di questo Strumento; io l' ho conferito da dieci anni in qua a moltissimi Signori di diverse nazioni, chiamandomene sempre con tutti autore e inventore; io come cosa mia ne ho fatti fabricare più di cento in Padova/e in altre città; io finalmente come cosa mia l' ho stampato, nè altri che io l' ha mai palesato per cosa sua; adunque a me conviene, per detto del Capra, l' arrossirmi come impudente e il fuggire come temerario usurpator delle fatiche altrui la presenza degli uomini. Di più, acciocchè non paresse agli Illustriss. ed Eccellentiss. Signori Riformatori questa del Capra audacia incredibile, e inverisimile l' avidità di calunniarmi e lacerar l' onor mio; produssi le incominciate sue persecuzioni sin nel suo libro della nuova Stella, raccontate di sopra, e di più feci vedere un altro suo luogo in questo medesimo libro del Circino a carte 336, dove avendo egli prima trascritta una delle mie regole per misurar colla vista, posta da me nel mio libro a car. 278, per venir poi a biasimarla e morder me, scrive così: *Potest hoc idem absolvi alia ratione, prout aliqui volunt; statuunt enim instrumentum in* A, *ita ut alter brachiorum recte respiciat* B, *alter vero* E; *tunc progressi ad punctum* E *ita disponunt instrumentum, ut alter brachiorum recte respiciat* A, *perque centrum instrumenti aspicientes punctum* B, *animadvertunt partes abscissas a radio visuali, per quas postea ratiocinantur ut superius dictum fuit. A quo quidem modo, ut pauca de illo subjungam, in maximam ductus sum admirationem, nec enim satis videre possum, an isti revera sic credant, an potius homines adeo crassi cerebri existiment, ut pro libitu illis imponere liceat; quaeso enim qui fieri potest, ut in tanta partium angustia, mensoris oculus nulla adhibita dioptra non longe a vero aberret? Quod si parvipendunt, revera nugantur, similiterque parvifieri merentur, et ideo utiliora inquirentes, haec missa faciamus.* Dove, essendo io quello che scrivo che si osservi dove il raggio della vista taglia, senza aggiugnervi altro di diottra o tra-

limeque resolvent; sed etiam iisdem ad profunditates, nec non locorum intercap expeditissima, promptissimaque patebit vi mendum, publicandumque, praeter comm fere soli vel Platonis testimonio homo na praeter amicorum utilitatem, nostramque diorum et animorum conjuctionem, qua nignitate non me latet esse alicujus m non minimum te movere debet, ut qu inventionem impudenter sibi arrogant, mano effectore, magno suo cum dedeco literatis et candidis viris posthac ses audeant. Dove primieramente egli as questo strumento Geometrico e Ari da sè con gran fatica elucubrato. I simamente si scorge, viene da lui cazione di questa sua opera sarà vero e legittimo effettore; sì che si arrogano l'invenzion di questo s obbrobrio si arrossischino, nè più di comparire nel cospetto degli Ora veggasi e riveggasi, leggasi il suo libro, non si troverà che che egli ne sia il vero e legi mai attribuita questa invenzio a sè solo in tutti i sopracita io, oltre a qualche altro luogo essere questa parte, del far il strumento, chiarissimamente strare, che, sì come la vera me con le sue parole ingiuri suo libro averia mai potuto fussero indrizzati i fulmini che niuno altro che io si er

lilei. Faccio fede ancora, che in Padova già circa dieci anni mi fu mostrato dall'istesso Sig. Galileo l'istrumento, del quale si tratta nelli suddetti libri, insieme con l'uso di quello, e dopo circa due anni il detto Signore me ne fece dono di uno, il quale ancora tengo appresso di me. E in fede della verità, ec.

Io Fra Paolo soprascritto.

Volle pure il Capra replicare, che non aveva inteso di offender la persona mia con le parole ingiuriose, e che non era assolutamente vero che non ci fusse stato alcun altro che si avesse voluto attribuire questo strumento, anzi soggiunse che era stato alcuni anni avanti in Padova un Alemanno, il quale in faccia mia si era professato autor del medesimo strumento; e di più soggiunse, che l'interpretare i sensi delle sue parole non toccava ad altri che a lui, e che ei solo poteva esser consapevole di cui aveva nelle da me citate parole voluto parlare. Onde qui mi fu necessario raccontare l'istoria del Fiammingo, e non come disse il Capra, Alemanno, che fu un tal Giovanni Eutel Zieckmeser, il quale cinque anni dopo che ebbi ritrovato, e cominciato a publicare il mio strumento, sì che a quel tempo ne erano già andati attorno per diverse provincie più di 40, arrivò in Padova, e avendo uno strumento nel quale aveva trasportate alcune linee cavate dal mio, e altre tralasciatene, e in luogo di quelle aggiuntevene alcune altre, e per avventura non sapendo che in Padova si ritrovava il primo e vero inventor di tale strumento, s'incontrò col Sig. Michel Victor Vustrou di Brunsvich mio scolare, il quale da me già aveva appreso l'uso del mio strumento, e dicendogli di avere una mirabile invenzione, lo messe in desiderio di volerla vedere, e finalmente gli mostrò quello strumento, il quale subito fu riconosciuto dal detto gentiluomo, che immediate a me, che era in letto indisposto, lo fece sapere, e di lì a pochi giorni si partì di Padova. Io, come prima fui risanato, sentendo come già i miei emuli, e sopra tutti

il mio antico avversario, si erano aperta la strada al mordermi e lacerarmi con l'occasione della venuta di questo Fiammingo e dello strumento che seco aveva, e già spargevano voce che l'invenzione di questo strumento poteva non esser mia, contro a quello che sempre avevo detto, ma presa dal Fiammingo; fui forzato a procurar, benchè con grandissima difficultà, di far che il detto Fiammingo si abboccasse meco, a ciò che dal congresso si facesse palese a chi avesse voluto saperlo, qual di noi fusse il legittimo inventore di questo strumento, poichè esso, per le parole dette da lui nel suo primo arrivo in Padova, si era quasi messo in necessità di mantener sè esserne autore, il qual concetto quando fusse restato impresso nel popolo, come già i maligni avevano procurato di fare, saria stato troppo pregiudiciale all'onor mio; finalmente, dopo molte repulse, si lasciò persuadere a comparire in casa dell'Illustriss. Sig. Jacopo Aluigi Cornaro, dove primieramente disse, non aver mai asserito che io avessi tolta la mia invenzione da lui, anzi che ciò non era possibile non avendo egli dato il suo strumento ad alcuno; dipoi mostrò il suo strumento in molte cose molto differente dal mio; ma soggiungendoli io, che in quelle cose, che pur erano molte, nelle quali il suo strumento conveniva col mio, era necessario che un di noi

A dì 14 d'Aprile 1607 in Padova.

Per piena fede della verità affermo io Giacomo Aluise Cornaro come sono circa quattro anni che venne a Padova un tale Giovanni Fiammingo, il quale aveva un Compasso con alcune divisioni simili ad alcune che si trovano sopra il Compasso Geometrico e Militare del Sig. Galileo Galilei matematico; il che essendo pervenuto all'orecchie di detto Galilei, e più sentendo come detto Fiammingo asseriva non aver veduto il detto Compasso del detto Galilei; e più sentendo il medesimo Galilei che alcuni per detrarre alla sua fama andavano parlando che poteva essere che il Galilei avesse presa la sua invenzione dal Fiammingo, se bene esso Galilei cinque anni avanti aveva fatto vedere il suo strumento e fattone fabricare molti in questa terra; per levare ogni mal' ombra di sospetto, si risolse di far chiamare il Fiammingo in casa mia col suo Compasso in presenza di molti gentiluomini, e incontrandolo col suo, prima fece vedere che vi erano alcune diversità, e poi, che in quello che erano conformi il Fiammingo lo aveva preso da quello del Galilei, poichè facendoli esso Galilei molte interrogazioni e quesiti circa le operazioni di detto Compasso, non seppe il Fiammingo distrigarsi altrimente, anzi apertamente restò manifesto come detto Fiammingo aveva preso dal Galilei; e a questo furno presenti molti di diverse nazioni, e fra gli altri, che solo di quelli qui si ritrova, è il Sig. Cav. Pompeo de' Conti da Pannichi; in fede della qual verità ho fatto la presente di mia propria mano, sigillata con il mio sigillo.

Idem qui supra.

Io Pompeo de' Conti di Pannichi fui presente a quanto è detto di sopra.

All' altra risposta del Capra, cioè che a lui solo e non ad altri toccava ad èsser interprete delle sue parole, risposi, che questo saria stato vero quando la sentenza o la costruzione delle parole fusse inintelligibile, sì che dagli altri non se ne potesse tirar senso; ma che nelle parole di sentenza apertissima, come erano quelle, non averia mai il Lettore fatto ricorso all' autor dell' opera, non si incontrando in niuna sorta di ambiguità.

Finalmente parendomi aver apertissimamente fatto costare agl' Illustriss. ed Eccellentiss. SS. Riformatori come il Capra veramente si faceva autore dello strumento e del libro; e più, come con aggravarmi d'ignominiose note, ne

il mio antico avversario, si erano apert
dermi e lacerarmi con l'occasione dell
Fiammingo e dello strumento che seco
gevano voce che l'invenzione di questo
non esser mia, contro a quello che sem
presa dal Fiammingo; fui forzato a pr
grandissima difficultà, di far che il detto
boccasse meco, a ciò che dal congresso
chi avesse voluto saperlo, qual di noi
ventore di questo strumento, poichè es
da lui nel suo primo arrivo in Pado
in necessità di mantener sè esserne
quando fusse restato impresso nel p
ligni avevano procurato di fare, sar
diciale all'onor mio; finalmente, dop
persuadere a comparire in casa de
Aluigi Cornaro, dove primieramen
asserito che io avessi tolta la mi
che ciò non era possibile non av
mento ad alcuno; dipoi mostrò
cose molto differente dal mio;
in quelle cose, che pur erano n
mento conveniva col mio, er
avesse preso dall'altro, e che
venisse in luce (e questo a co
a diminuzione della reputazio
rer sopra le dette cose, venni
gazioni, le quali egli non pot
gentiluomini di diverse nazi
restò palese e chiaro come no
non avesse cavato dal mio
comune nell'uno e nell'a
qui appresso le fedi di due
detto cimento.

come vi erano molti errori inescusabili, e tali che ciascuno di essi era per sè solo bastante a manifestare il Capra per nudissimo di ogni intelligenza di questa professione; e oltre a ciò mi offerivo non tanto di mostrar come le aggiunte del Capra erano piene di errori, ma di più immediatamente esplicare come le sue proposizioni doveriano stare per istar bene; dal che, quando fusse in tal maniera puntualmente da me eseguito, e dichiarato come veramente dovevano risolversi le operazioni proposte dal Capra, averei lasciato poi inferire dalla prudenza di loro SS. Illustriss. se in quelle cose, sopra le quali avevo avuto quanti anni di tempo mi erano parsi da potervi pensar sopra, era credibile che io abbia avuto bisogno di usurpar cosa alcuna o dal Capra o da altri. Udita dai SS. Riformatori questa mia oblazione, fu domandato al Capra se si sentiva di poter render conto sopra le cose sue, il quale, dopo qualche titubazione, rispose di sì: onde li fu da quei Signori assegnato per termine la mattina del seguente giorno per doversi ritrovare nel medesimo luogo (che fu la casa dell'Illustriss. ed Eccellentissimo Sig. Francesco Molino Cavaliere e Procuratore) a dover rispondere alle interrogazioni, che io li farei sopra le cose aggiunte da lui nel libro stampato; e detto questo, uno dei SS. Riformatori, che fu l'Illustriss. Sig. Antonio Quirini, si partì, essendo l'ora di ritrovarsi in Consiglio de' Dieci. Partì ancora il Capra insieme con suo Padre, ma avanti la sua partita domandò che io li concedessi il libro mio per poterlo rivedere e incontrarlo col suo; il quale di volontà degl' Illustriss. ed Eccellentiss. Riformatori li fu da me conceduto. Partito il Capra, mi accostai all' Illustriss. ed Eccellentiss. Sig. Molino, il quale impedito alquanto dalla podagra giaceva in letto, e li dissi, che dovendosi far questo congresso in casa di Sua Eccell., quando fusse stato con buona grazia di quella, io averei avuto per sommo favore di potervi convocare tre o quattro gentiluomini di Venezia

intendenti della professione, acciò fussero presenti a quanto era per seguire; e questo non perchè loro SS. Illustriss. ed Eccellentiss. avessero a prendere dai detti gentiluomini informazione alcuna sopra le risposte e portamenti del Capra, sapendo io come per loro medesime erano intelligentissime, ma solamente acciò che per detti gentiluomini potesse fuora esser dato conto della sufficienza di colui, che aveva osato publicar me per usurpatore, e sè per vero inventore di quell' opera: di questo fui graziato da S. Eccellenza e dall' altro Riformatore ivi ancora presente, che era l'Illustriss. Sig. Girolamo Cappello, il quale mi soggiunse che saria stato bene averne ancora l' assenso dall' Illustriss. Signor Quirini, il quale, partendomi io subito, averei ancora potuto trovare nella camera degli Scarlatti avanti che fusse entrato in Consiglio dei Dieci; onde io partii subito; trovai l' Illustriss. Sig. Quirini, ne ebbi l'assenso, e tornai colla risposta agli altri due SS. Riformatori, li quali, mentre ero stato fuori, avevano con somma prudenza tra loro considerato, che volendo io chiamare alcuni gentiluomini miei confidenti, saria stato bene farlo sapere alla parte, acciò che, se così li fusse piaciuto, potesse esso ancora convocare suoi amici; il che a me non solamente fu grato, ma risposi che quante più persone vi fussero state presenti, tanto più ne averia sentito contento; e una e due volte supplicai loro SS. a dover dare ogni maggior sodisfazione al Capra, acciò, in ogni caso di sentenza non conforme al suo gusto, non avesse appicco di poter lamentarsi d' altri che di sè medesimo. Posta questa determinazione, ed essendo già, come ho detto, partito il Capra, nè si potendo fino alla mattina seguente rivedere per fargli intendere questo particolare di potere egli convocare alcuno suo confidente, giudicarono i SS. Riformatori esser necessario differire il congresso a qualche altro giorno, il che laudando io, anzi facendone instanza per poter dare

al Capra maggior intervallo di tempo da potersi preparare, acciò non gli restasse attacco alcuno di potersi dolere di esser colto troppo improvvisamente; quello che doveva seguire il seguente giorno, fu rimesso cinque giorni dopo, cioè alla vigilia di S. Marco, nel qual giorno dovendosi tutta la Signoria ritrovare al vespro in S. Marco, potevano comodamente li SS. Riformatori, finito il divino uffizio, ridursi insieme in qualche stanza del palazzo, e quivi di nuovo ascoltarci.

Venne finalmente il giorno stabilito, e dopo il vespro avanzando ancora circa due ore a notte, si ridussero gl' Illustriss. ed Eccellentiss. Signori Riformatori in palazzo di San Marco nella sala dell' Eccellentiss. Consiglio della Quarantia Criminale, dove ancora si congregarono molti nobili veneziani e altri gentiluomini, tra i quali intendentissimi delle scienze matematiche vi erano il M. Rever. Padre Maestro Paolo dei Servi, Teologo della Serenissima Signoria, del quale posso senza iperbole alcuna affermare, che niuno l' avanza in Europa di cognizione di queste scienze; vi erano gl' Illustriss. Signori Agostino da Mula, e Sebastiano Veniero, e l' Illustriss. Sig. Antonio Santini gentiluomo lucchese, ai quali, e agli altri Signori circostanti insieme, con brevissime parole (essendosi già gl'Illustriss. ed Eccellentiss. SS. Riformatori posti a sedere) esposi la causa di quel congresso; dipoi alli detti SS. Riformatori dissi, che saria stato necessario che gli fusse condotto avanti un tavolino da potervi posar sopra un libro, un compasso, e un poco di carta con penna e inchiostro, il quale fu immediatamente portato; e mentre alcuni ministri andarono a pigliarlo, il Capra fattosi avanti cominciò a dire, che non era bene stare a tediare gli Illustriss. ed Eccellentissimi SS. Riformatori, e quelli altri Signori con altre interrogazioni; e che conceduto che nel suo libro niente vi fusse che stesse bene, e che esso a cosa alcuna non sapesse ri-

spondere, ciò non risultava in alcuna mia utilità; e che egli quivi si era condotto per darmi ogni sodisfazione, e che non intendendo di volere in conto alcuno pregiudicare all'onor mio, era pronto, quando io mi sentissi aggravato, di formare una scrittura a mia sodisfazione, e quella stampare e publicare, e in somma non lasciare indietro cosa alcuna, la quale potesse bastare al risarcimento della fama, e della riputazion mia. Io brevemente risposi che la redintegrazione dell' onor mio era in buone mani, appoggiandosi sopra la prudenza di quelli Illustriss. ed Eccellentissimi Signori, di dove io non intendevo rimoverla, e che non mi faceva bisogno ricever da sue scritture sodisfazione, la quale bene spesso non si nega anco a quelli, che meritamente e con verità si sono offesi, e che in conto alcuno non desideravo che egli si rimovesse dal suo proposito, giudicando io che il medicamento di una scrittura si debba alle gravissime offese applicare solamente quando tutte le altre giustificazioni sono scarse, nè si può senza qualche ritirata dall' avversario restaurare, sollevare o puntellare la reputazion dell' offeso; i quali pannicelli caldi, per la Dio grazia, non bisognavano al mio stomaco, assai gagliardo per digerire ed espurgare i tristi umori che l'aggravavano. In oltre li dissi, che la mia querela era con due, cioè con

mente instandolo io, e sfuggendo ogni altro diverticolo, al preparato tavolino lo condussi. E aperto il suo libro, mi venne per le mani la figura che egli cita a car. 303 (Tav. XI, Fig. 37) per cavar da essa i lati dei corpi regolari, e segnarli sopra lo strumento, la qual divisione è di quelle che non sono poste da me nel mio strumento; e interrogatolo quello che intendeva di fare con quella figura, niente ebbi per risposta; e pur tornando ad interrogarlo di nuovo, mi disse che io leggessi il libro, e l'avrei veduto: pur finalmente, dopo altre interrogazioni, disse che quella era una figura di Euclide per trovare i corpi regolari. Allora io primieramente feci avvertiti i circonstanti, come avendo il P. Clavio alterata un poco la figura posta da Euclide, sì che per trovare quello, che Euclide e il Comandino e gli altri espositori trovano col descrivere il triangolo AOC, il P. Clavio, lasciando il detto triangolo, trova l'istesso col tagliare la linea AH nel punto I, sì che la parte HI sia lato del decagono descritto nel cerchio, il cui semidiametro sia la linea BH, tirando poi dal punto B la linea BI; il Capra non intendendo nè l'uno nè altro, e forse dubitando che alcuno di loro avesse lasciato indietro qualcosa, mette l'una e l'altra descrizione superfluamente; ma questo errore è reso leggerissimo dagli altri più gravi che vi sono. Domandai dipoi il Capra, quanti fossero i corpi regolari; il quale, dopo un lungo pensare, disse che non lo sapeva, e che non era venuto quivi per dottorarsi in matematica, e che questa non era la sua professione, ma che, piacendo a Dio, voleva dottorarsi in medicina (e già si era scordato come nella dedicatoria della sua Considerazione Astronomica, non solo matematico, ma protettor delle matematiche si era nominato, e come nella dedicatoria di questo medesimo libro, dopo avere esaltato il metodo del suo Maestro nell'insegnarli, aveva scritte queste parole: *Ut si verum dicere fas est, mihi potius mirandum sit propter ho-*

minis industriam, quam laetandum propter jam adeptam scientiam). Allora replicandogli io come nel titolo di questo cap. 8 aveva posto il numero di questi corpi solidi, e che però doveva pur saperlo; rispose che se l'era scordato, e che essendo colto così improvviso, non era meraviglia se non sapeva rispondere ad ogni interrogazione (si era già scordato quello che aveva stampato un mese avanti, ed era colto improvviso in quello, sopra che aveva avuto cinque giorni e cinque notti di tempo da pensarvi). Udendo io questo, gli lessi il detto titolo, le cui parole sono queste: *Postremam et ultimam lineam quinque solidorum dictam describere*, mostrandogli come aveva detto che i corpi regolari erano cinque; e poi l'interrogai se tali corpi erano talmente cinque, che non potessero esser nè più nè meno di tanti, o pur se ad arbitrio degli uomini se ne potevano altri figurare? A questo, dopo un lungo pensare, rispose, indovinandola per ventura, che non potevano esser più di cinque; il che avendogli io fatto replicare due o tre volte, gli domandai in qual maniera nel fine del medesimo cap. li connumerava sei? Or qui non si potendo egli, per quanto io credo, immaginare che quello, da chi il presente capitolo senza molto considerarlo aveva copiato, potesse avere ammesso un errore così grosso, fattosi alquanto più ardito, quasi

lineam instrumenti, et ubi nota erit signabis 2; *quinto, accipies quantitatem lineae* FA *pro latere octoedri, et ubi ceciderit alter pes circini ibi inscribes* 8; *sexto et ultimo accipies quantitatem* GA, *quae tetraedri, seu pyramidis latus exhibet, secundum quam a centro instrumenti secabis lineam quinque solidorum et in intersectione inscribes* 4 (io lascio qui considerare a voi, discreti Lettori, se costui sa nè anco che cosa siano i corpi regolari, poichè nel segnarli coi loro numeri nota il Dodecaedro per 12, e questo bene; ma l'Icosaedro, che ha 20 base, lo nota per 5; l'Exaedro, che ne ha 6, lo nota per 20; e il Cubo per 2). Sendo il Capra restato molto attonito per questo incontro, fu da me domandato dove egli credeva di avere errato, o nel titolo dove gli mette 5, o nel fine del capitolo dove gli numera e nomina 6. Qui crebbe la sua confusione, nè poteva egli distrigarsi, se io, dopo l'averlo lasciato pensare alquanto, non gli domandavo qual differenza ei poneva tra l'Esaedro ed il Cubo; dalla qual maniera di domandare risvegliato un poco, e fatto animo, disse, che dei corpi da lui nominati uno vi era posto due volte sotto diversi nomi, e che questo non era error tale, che se n'avesse a far tanta stima. Di nuovo domandandolo io, quali dei detti corpi nominati erano l'istesso, mi rispose: *questi*, toccando col dito sopra il libro l'Esaedro e il Cubo, tra i quali gli avevo domandato qual differenza ei ponesse. Finalmente gli domandai se sapeva ancora per avanti che questi corpi fussero l'istesso, ed ei rispose di sì; ma non senza apertissima falsità, poichè nella sua scrittura nomina la linea AP per lato dell'Esaedro, e la BG per lato del Cubo, le quali linee sono molto diseguali. Tornando poi una carta indietro, al capitolo 7, il cui titolo è: *Lineam quadrativam construere*; lo domandai per qual cagione nel determinare in quel luogo le grandezze delle linee rette, le quali fussero diametro del cerchio e lati del quadrato, pentagono, esagono, eptagono ec.,

quando tali figure sono eguali, si era scordato del triangolo equilatero, che pur doveva essere il primo; il qual errore veniva poi mirabilmente aggravato da quello che egli scrive a car. 332, al cap. 38, dove, e nel titolo e nella figura e nel fine dell'operazione, propone alla bella prima di fare il triangolo eguale al dato cerchio (le parole del titolo sono queste: *Dato circulo aequalem triangulum, quadratum, pentagonum etc. construere*: la figura è un cerchio con un triangolo a quello eguale: le parole nella operazione sono, *vel inter puncta trianguli pro triangulo* AEF): qui volle leggere il detto cap. 7 per vedere se era vero quanto io gli opponeva, e trovatolo vero, non ci fu altro che replicare. Allora rivolto a quei SS., gli dissi: — Ora vegghino le SS. Vostre Illustrissime ed Eccellentissime, se costui è inventor di quest'opera, o pure se non l'ha nè anco mai considerata, nè letta, se non quanto l'ha ricopiata da altri, poichè propone nell'esempio di voler fabricare il triangolo eguale al dato cerchio, e non si accorge che nello strumento non vi ha posto il modo di poterlo fare; e questo è quello aver gran tempo voltata e rivoltata la fabrica e l'uso di questo strumento, di che egli si vanta nella lettera dedicatoria con quelle parole: *Quare, his relictis, ad propositum meum magis accedens, cum satis diu fabricam et usum hujus Circini proportionis, quem non immerito totius Geometriae compendium nominavi, volutassem, tandem etc.* — Tornando poi al l'opera, lo pregai, che, già che egli aveva nel detto capitolo posto le grandezze in numeri dei lati degli altri poligoni tra loro eguali, e tralasciato il lato del triangolo, fosse in cortesia contento di ritrovarlo quivi alla presenza di essi Signori, essendo la sua invenzione facilissima e brevissima: allora cominciò a dire, che quella fabrica, che [illegible], non era altrimenti sua invenzione, ma l'aveva avuta dal suo maestro, e replicò che ei non era a [illegible]arsi in matematica, ma che la sua professione

era di medicina. Ero io più che certo che non bisognava aspettar tanto da lui, benchè il trovar la quantità del lato del triangolo sia facilissimo, non vi bisognando altro che crescere in potenza sei volte il lato dell' esagono già posto da lui nel detto capitolo essere 54 e nove decimi. Perchè poi fusse da lui tralasciato questo lato del triangolo, s' intenderà più a basso. Passai di poi (restando pur ancora nella fabrica, che egli propone) alla divisione del quadrante in 200 parti, posta a car. 304, dove pone la figura di un rombo (Tav. XI, Fig. 38) in cambio di un quadrato, e per conseguenza in luogo di una quarta di cerchio, una porzione assai più piccola; e sopra questa figura l' interrogai quello che volesse far di essa: rispose che voleva mostrare il modo del dividere il quadrante in 200 parti, trasportando in esso, col mezzo di una riga fissa nell' angolo K, e applicata di punto in punto alle divisioni dei due lati VK, VX, prima divisi ciascheduno in 100 parti eguali, le divisioni desiderate: allora io li domandai, a che proposito ei venisse a collocare il quadrante nel quadrato, dividendo i lati di esso quadrato in 200 parti eguali, e queste poi con tanta manifattura trasportando nel quadrante, e non più presto divideva immediatamente esso quadrante in 200 parti, giacchè anco queste dovevano esser parti eguali; rispose, che faceva così per manco fatica: e replicandogli io, che all' incontro così veniva a raddoppiare e non diminuir la fatica, essendo egualmente difficile e tedioso il dividere li due lati del quadrato, che la circonferenza del quadrante in 200 parti eguali; e pur interrogandolo ancora, se la detta circonferenza doveva esser divisa in parti eguali, e rispondendo egli di sì; prima gli dissi, quanto da questo apertamente si comprendeva come egli mai non aveva considerato, non che praticato, questo strumento, del quale si faceva inventore, giacchè non si era ancora accorto come le predette divisioni sopra il quadrante

erano ineguali, venendosi sempre verso il mezzo ristringendo; e più gli domandai come potesse essere, che ei non intendesse essere impossibil cosa, che le dette divisioni, cavate nel modo che egli scrive dal quadrato, venisser sopra il quadrante eguali, non essendo, nè potendo essere la circonferenza del detto quadrante parallela alli due lati del quadrato VK, VX. Qui fattosi egli forte, e dicendo che sapeva benissimo che le parti sul quadrante erano diseguali, e che non intendeva se non del quadrato, quando si era trattato di parti eguali; in luogo di ringraziarmi dell' avvertimento datogli, voleva dimostrarsene conoscitore per avanti; onde vedendo io questa ingratitudine, fui necessitato a mostrar che quanto diceva era falso, producendo le sue proprie parole, le quali nel medesimo luogo più a basso scrive, e sono queste; *Sicque firmatis omnibus, applicataque regula centro* K, *et singulis quadratus divisionibus* (bella grammatica, credendo che *quadratum* si declini *quadratus quadratus quadratui*, il che si vede anco a c. 335, in quel titolo: *Usus quadratus*, volendo dire, l' uso del quadrato) *exteriorem peripheriam arcus* T *diligentissime dividemus, prout unico exemplo demonstrare possumus: applicata namque regula ad punctum* K *et ad primam divisionem lateris* VX, *secabimus exteriorem peripheriam arcus* T *in puncto* Z, *sicque successive donec in* 200 *partes aequas illa fuerit divisa*; il che inteso uno dei Signori Riformatori, disse, *partes aequas* vuol dire parti eguali: E fe' cadere a quel furor la vela. Spedita questa parte, egli stesso, non so con qual proposito, trapassò a voler mostrare come, contro a quello che io avevo altra volta detto agli Illustriss. ed Eccellentiss. Signori Riformatori, nel suo libro erano moltissime operazioni, le quali nell' opera mia non si ritrovavano, e presentando una nota dove ne erano registrate molte per sue proprie (le quali però poco di sotto si risolveranno in niente), produsse per la prima quella che egli pone nel suo

primo cap. degli usi dello strumento, dicendo quella non essere altramente tolta dal mio libro, nè in quello ritrovarsi. È vero che non era scopertamente tratta dal mio libro, ma era bene la mia seconda operazione mascherata; e la maschera non le era stata messa dal Capra, ma dal Fiammingo sopranominato, il quale, così palliata, l'aveva lasciata tra certe sue poche scritture, che in Padova restarono del suo, dalle quali il Capra ha tolto la fabrica dello strumento e parte di quelle altre operazioni, che non sono, o non pajono tolte dal mio libro, sì come più a basso manifestamente si conoscerà. Avendo dunque il Capra prodotta in campo, per cosa non cavata dal mio libro, l'operazione contenuta nel suo primo capitolo, la quale è di comporre, coll'ajuto delle linee aritmetiche, così da me nominate, ma da lui linee delle linee, di compor dico una linea, la quale contenga un'altra alcune volte e alcune sue frazioni; io primieramente mostrai, come questa sua prima operazione era in sustanza la stessa che la sua seconda, la qual sua seconda è copiata *ad verbum* dalla seconda mia, onde in conseguenza segue, che ancora la sua prima sia tolta da me, il che più di sotto apertamente costerà. Soggiunsi poi, che già che egli aveva detto, questa prima operazione esser sua e non tolta da me, mi aveva posto in libertà di poterli far sopra qualche interrogazione senza rompere il mio obbligo, che era stato di non lo interrogare se non sopra le cose che egli non aveva cavate dal mio libro, ma postevi come sue; e però che mi rispondesse in che modo ei voleva multiplicare 55 1/4 in sè stesso, sì che il prodotto fosse 45, sì come egli scriveva in questa detta sua prima operazione a carte 305 in quelle parole: *relicto immoto instrumento, multiplicetur fractio* 55 1/4 *in se, produductum erit* 45. A questo interrogatorio restando alquanto stordito, e dubitando che forse io non avessi corrotti i suoi testi, si cavò di tasca uno dei suoi libri e cominciò con

diligenza a leggere il detto luogo; al quale atto io non mi potetti contener di dirgli, che non si mettesse in sospetto che io avessi alterata la sua scrittura: lesse e rilesse molte volte il detto luogo, e sopra e sotto, senza mai risponder niente; finalmente, per aiutarlo, io gli dissi che ei poteva benissimo scusarsi con dire, che quello era error di stampa, come veramente poteva essere, e che doveva dire 11 1/4 e non 55 1/4, di che dissi maravigliarmi molto che ei non si fosse accorto, essendo che poco sopra, poco sotto al detto luogo, dovendo nominare il medesimo numero, scrive 11 1/4: ma io veramente credo, che avendo copiato il Capra questa operazione dal manoscritto, li due 1 fossero segnati un poco storti, e che però fossero creduti e presi per due 5, e tanto più mi confermo in questa credenza, quanto veggo il Capra, a car. 314, verso il fine del cap. 7, incorrere in questo medesimo errore a capello, scrivendo così: *Tunc videatur quo incidat quantitas lineae* B, *ut hic in* 71. 71. *Aperias itaque instrumentum donec quantitas lineae* B *accommodari possit punctis* 60. 60, *et immoto instrumento accipias distantiam inter puncta* 75. 75 *etc*, dove li due 5 devono essere come di sopra due 1. Ma tornando al proposito, messa da me la scusa in bocca al Capra, egli, secondo la sua natura, in luogo d'avermi grado dell'avvertimento, cominciò ad esclamare: – Ecco i grandi errori, che mi vuole imputare il Matematico, errori frivolissimi di stampa. – Onde io, che a maggiori angustie lo conducevo, gli domandai se quando il 55 1/4 si fosse emendato in 11 1/4, il suo errore saria levato via, e rispondendomi egli animosamente di sì: adunque, gli risposi io, multiplicate 11 1/4 in sè stesso, e mostratemi come il prodotto sia 45, perchè io trovo che 11 solo, multiplicato in sè stesso fa 121, e poi vi si dee aggiugnere il quarto di 11 due volte, di più il quarto di un quarto, tal che questo prodotto senz'altro sarà più di 126, e non, come voi

dite, 45. A questo si trovò egli più che mai inviluppato; e finalmente per distrigarlo di là, ond' ei mai non si averebbe sviluppato, bisognò ch' io gli dicessi come l' error suo era in quelle parole: *multiplicetur fractio* 11 1/4 *in se*; le quali dovevano dire: *resolvatur numerus* 11 1/4 *in suam fractionem, nempe in quartas, provenient* 45/4, e così stava bene, e serviva al proposito della operazione, e che però tenesse a memoria questo che li avevo insegnato, cioè che molto differenti cose sono il multiplicare un numero in sè stesso, e il risolvere un numero intero in qualche frazione. Volgendo poi alquante carte del suo libro, nelle quali sono cose solamente copiate dal mio, coll' aggiunta però di alcuni erroretti comportabili, li quali più da basso saranno posti in catalogo; mi fermai a car. 312, dove avendo finita di copiare la mia settima operazione, si ha voluto arrisicare a lasciarsi dalla banca, ed eccolo colla bocca in terra. Avendo finita di trasportar la regola degl' interessi a capo d' anno, che io pongo nel luogo detto, ed avendola esemplificata con un esempio di guadagno a ragion di 6 per 100 in 4 anni, vuol metter di suo un esempio di quanto perderiano scudi 240, a ragion di 10 per 100 in 3 anni, e dice: *Haec est conversa operatio prioris, ideo sic statues numeros:* 110 *remanent* 100, *quot remanebunt* 240? Io gli domandai se questo suo era buon modo di operare; ma essendo egli stato oramai tante volte scottato, non si assicurava più a rispondere nè sì, nè no; onde mi bisognò mostrargli, come, se nel guadagno si dice: se 100 diventa 110, nella perdita si ha da dire: se 100 resta 90, e non se 110 resta 100, perchè così saria un perdere a ragion di 10 per 110, e non di 10 per 100. Lo domandai appresso, per qual ragione chiamava questa operazione conversa della passata, e di più qual proposizione s' intenda essere il converso di un' altra; qui bisognò rispondere di non lo sapere (e pure gli scritti di logica, che ha stampati per

suoi, sono dottissimi), e io per non mancare al mio debito gli dissi, che una proposizione era il converso di un' altra, quando quello che era quesito nell' una si poneva per dato nell' altra; e che qui trattandosi o di guadagno o di perdita, tanto nell' una quanto nell' altra questione, il quesito era il medesimo, cioè il primo capitale affetto dall' interesse e dalla moltitudine degli anni, e che però le due domande erano del medesimo genere, e non una la conversa dell' altra. Finalmente quelli Illustriss. ed Eccellentiss. SS., chiarissimi ormai della verità del fatto, e forse compassionando al tormento, nel quale io ritenevo il mal'arrivato Capra, fecero cenno che tanto bastava; e fu non picciola ventura del Capra, la quale da molto maggiori laberinti lo liberò. Pur tuttavia trovandomi il libro ancora dinanzi aperto a caso a car. 320, dove si vede la figura appartenente al cap. 32 (Tav. XII, Fig. 62), nel quale insegna a trovar le proporzioni tra gli angoli d' un triangolo, domandai ancora al Capra, chiesta buona licenza a quei Signori, quanto fussero grandi gli angoli di un triangolo. Egli che nello studio dei cinque precedenti giorni aveva ciò imparato (perchè, che egli avanti ciò non sapesse, da questa sua figura è manifesto), rispose animosamente che erano grandi 180 gradi, e che io non guardassi a quella figura, nella quale per

tri. E questi, prudente Lettore, son quelli, li quali non avendo prima che jeri l'altro imparato quanti gradi sottendono gli angoli d'un triangolo, hanno più di un anno avanti stampato metodi di risolver triangoli sferici, calcoli di luoghi di Stelle per via di triangoli, e computi di Ecclissi Solari, e sono di sì alto ingegno, che queste contemplazioni e laboriosi computi, li quali nelle scuole degli altri astronomi sono stimati per le ultime e più difficili fatture, nulladimeno appresso di loro sono scherzi, primizie e tirocinj: e quel che è peggio, ci tengono per tanto stupidi e insensati, che credono che noi siamo per crederle, e per non vedere ond'elle sono cavate. Ma perchè io non intendo di trattare in questo luogo se non di quelle cose che appartengono al mio libro, e oltre a ciò non sono molto esercitato nell'indovinare i sensi di figure non geometriche, ma peggio che geroglifiche, poste senza costruzione, senza dimostrazione, e forse senza proposizione e senza proposito, e poste più, per mio avviso, per spaventare le menti dei semplici (o forse perchè questi, che le pongono, veramente credono che Tolomeo, Archimede, Apollonio e gli altri matematici le mettono nei lor libri per ornamento, e che quelli tanto meglio compariscono, quanti più cerchi, archi e linee dritte e torte contengono); lascierò questa fatica a Giusto Birgio o a Niccolò Raimaro di farsi render conto dal Capra sopra i Tirocinj Astronomici.

Finito il congresso, e fattoci intendere dal Sig. Paolo Ciera, Segretario degli Illustriss. ed Eccellentiss. SS. Riformatori, che noi uscissimo fuori; dopo una breve consulta ci fecero dire dal sopranominato Sig. loro Segretario, che per quella sera eramo licenziati e che non stessimo ad aspettare altro. Partimmo, e ultimamente non molti giorni dopo fu dalla somma prudenza e clementissima giustizia di quei sapientissimi Signori prolata la seguente Sentenza e mandata agli Illustriss. SS. Rettori di Padova, acciò la

facessero eseguire, onde immediatamente a suon di trombe fu publicata nello Studio di Padova nell' ora della maggior frequenza degli Scolari (1).

1607 a' 4 Maggio.

Inteso dagli Eccellentiss. SS. Riformatori dello Studio di Padova infrascritti l'aggravio di D. Galileo Galilei lettor delle matematiche in esso Studio, che avendo lui già molti anni publicato, e poi dato alla stampa nella città predetta un suo libro intitolato: Le Operazioni del Compasso Geometrico e Militare, *questo da Baldessar Capra milanese gli sia stato in gran parte usurpato col mezzo d'un altro libro fatto da esso stampare in Padova sotto titolo di:* Usus et Fabrica Circini cujusdam proportionis *etc., trasportandolo dal volgare in latino; e intese ancora da Loro SS. EE. diverse considerazioni e risposte passate sopra l'uno e l'altro di essi libri tra li predetti Galileo e Capra, con la presenza di persone molto intelligenti di tal professione, non avendo il Capra saputo rispondere nè render buon conto sopra le cose per lui aggiunte nel predetto libro, restorno detti EE. SS. molto ben certi, che in effetto il predetto Capra avesse in gran parte trasportato il libro del predetto Galilei nel suo, per l'incontro ancora che ne è stato fatto, onde con tal operazione si causeria non piccolo scandalo, e intacco alla riputazione del medesimo Galilei lettore in tal professione, e allo Studio ancora; perciò hanno tutti li antedetti EE. SS. concordemente determinato, che tutti li volumi del predetto libro stampato, che si trovano tanto presso al suddetto Capra, quanto presso al Tozzi libraro, in tutto al numero di 483, non possino esser venduti nè publicati in questa città, ma debbino esser pre-*

tissimi SS. Riformatori, delle quali ne furon trovate 440 appresso il librajo, e 13 in casa dell'autore, avendone esso per diverse parti dell'Europa distribuite già 30, per quanto il Padre in mia presenza riferì all'Illustre ed Eccellentissimo Sig. Giorgio Vecchioni Cancellier dell'Illustriss. Sig. Podestà di Padova; le quali copie sparse, poichè già averanno diffusa pel mondo l'ignominia impostami, hanno messo me in necessità di stampar la sopraposta sentenza, e formare e publicare la presente scrittura, e di più ad aggiugnere un particolar registro, nel quale si veda quante e quali siano le cose trasportate *ad verbum* dal mio libro in quello del Capra, e d'onde ancora siano prese quell'altre, le quali dal mio libro non son tolte; essendo in somma verissimo, che *Nel libro del Capra niente penitus vi è del suo, dagli errori in fuori*. E prima quanto alla fabrica dello strumento.

Nel primo capitolo mostra il Capra la descrizione della linea delle linee, detta da me linea aritmetica; nella qual fabrica niuna invenzione vi è nè del Capra, nè di altri, essendo che questa linea va semplicemente divisa in parti eguali, secondo qualsivoglia moltitudine; e io la divido in 250. Vi sono però nel fine del capitolo due cose del Capra: la prima è una contradizione a sè stesso, dicendo egli qui, che il divider questa linea in molte parti eguali è cosa facilissima, e le sue parole son queste: *Hujus fabrica satis est facilis, postquam nullus est tam rudis artifex, qui non possit lineam obliquam propositam in petitas aequas partes dividere*: ma poi nel capitolo 3 delle operazioni, il cui titolo è: *Lineam propositam in aliquot petitas partes secare*, dice tutto l'opposito, cominciando così: *Nulli dubium est, quod laboriosissimum sit dum aliquam lineam dividimus, toties circinum constringere et dilatare donec voti compotes facti simus etc.*; e più nel secondo capitolo antecedente, parlando pur di una division di linea, la quale senza lo strumento si conseguirebbe col divider la proposta linea in

molte parti eguali, scrive così: *Difficillimum enim esset, ne dicam impossibile, hujusmodi divisiones invenire, quas tamen statim nobis exhibet instrumentum hoc nostrum.* L'altra cosa, che io noto, è quello che ei dice nelle ultime parole, parlando pure della medesima linea da dividersi, cioè: *Quae etiam summa facilitate dividi posset per illa, quae cap. 3. istius instrumenti usum tradentes, explicabuntur;* ma perchè l'operazione, che si esplica al cap. 3 degli usi, non si può far senza aver lo strumento già fabricato, seguita per necessità, che il nostro autore nel fabricar lo strumento supponga averlo già fabricato: la qual medesima inezia replica ancora a car. 303, pur nella fabrica dello strumento, nella quale venendogli bisogno di trovare in un cerchio dato il lato del decagono, dice così: *Quod facillimum esset si haberes instrumentum factum per ea quae dicentur cap. 34.*

Passa poi il Capra, nelli due cap. 2 e 3, alla descrizion della linea delle superficie e della linea dei solidi, chiamate da me linea geometrica e linea stereometrica: per lo che fare propone due tavole, una delle radici quadrate, e l'altra delle radici cube Ma qui, avanti che io passi più oltre, devo, discreti Lettori, farvi sapere, come quel Fiammingo, del quale si è di sopra fatta menzione, il quale cinque anni sono fu in Padova, e lasciò vedere uno strumento in

come nel progresso si mostrerà; questi scritti ho io fatti produrre avanti gl' Illustriss. Rettori di Padova, li quali ricevuto il giuramento da detto M. Gasparo, come egli li ha già cinque anni sono ricevuti dal detto Signore Alemanno, li hanno autenticati, come nel fine di questo discorso si vede; in oltre non voglio tacere, come in questi scritti, oltre al mancarvi moltissime operazioni, e le principali del mio strumento, vi manca ancora interamente la descrizione e gli usi delle linee, che io chiamo *aggiunte*, per la quadratura delle parti del cerchio e delle figure contenute in qualunque modo da parti di circonferenze, o da tali parti di circonferenze e da linee rette; vi mancano interamente le linee poligrafiche al modo che le pongo io, la squadra da bombardieri usata al modo mio, la divisione per misurar le pendenze, e la divisione del quadrante per misurar con la vista: in oltre, dal nominarmi, che fa il detto Fiammingo più volte in questi brevissimi scritti, si vede come egli aveva vedute le scritture mie, benchè non ancora stampate, e con migliore e più civil creanza di quella del Capra non aveva procurato di asconder questa verità. Ora tornando al nostro proposito, propone il Capra per la descrizione delle sopranominate linee, due tavole, una delle radici quadrate e l' altra delle cube, le quali nei predetti scritti si vedono poste pel medesimo fine.

Segue il Capra, nel cap. 4, la costruzione delle linee metalliche, e mette una tavoletta contenente le proporzioni, che hanno in peso tra di loro tutti i metalli, cavata pur dai medesimi scritti; le quali proporzioni, oltre che sono diverse dalle vere, che sono quelle che li do io nel mio strumento, sono ancora poste senza la dimostrazione o dichiarazione del modo dell' investigarle, cosa che saria necessaria da farsi volendo acquistar fede a quello che si propone; ma il Capra avendole trovate così senza dimostrazione, senza dimostrazione le ha poste.

Nel 5 cap. mette la division della linea del quadrante, ma fatta solamente meccanicamente, sendo per avventura riuscita troppo difficile da intendersi una tavola, la quale pel medesimo uffizio è posta negli scritti del Fiammingo; ma io, come quello che non ho voluto trattar nel mio strumento operazione alcuna, che si indirizzi a cose astronomiche, non ho cercate simili descrizioni, sì come anco lasciai da parte gli usi del quadrante astronomico, benchè da me disegnato sopra il mio strumento. Qui chi volesse sottilmente esaminare ogni cosa, potria domandare al Capra, a che proposito nel trovar queste divisioni descrive nella figura il mezzo cerchio BCD, il quale non vi serve a niente.

Nel cap. 6 inscrive nello strumento la linea dei cerchi, detta da me poligrafica. Le divisioni di questa linea sono parimente trovate dal Capra meccanicamente, le quali il Fiammingo pone tra i suoi scritti in una tavola cavata dalle tavole dei sini o degli archi e curve. In questo cap. vuole il Capra, che la suttendente alla terza parte della circonferenza, cioè il lato del triangolo, sia notato con due caratteri, cioè per 3 e per 7, scrivendo così: *tertiamque hanc partem notabis in instrumento non solum per 3, sed etiam per 7, nam non significat solum tertiam circuli partem, sed etiam latus hexaedri.* Dove io noto primieramente, che di questo punto segnato per 7, venendo agli usi dello strumento, non se ne fa mai più menzione nel suo libro; in oltre credo che ogni matematico dubiterà quello che abbia che far questa linea suttendente alla terza parte della circonferenza col lato dell' Esaedro, che è minore assaissimo di questa linea, siccome il medesimo Capra, in contradizione di questo luogo, dice nel seguente cap. 8, a car. 303.

Nel cap. 7, mette la costruzione della linea quadrativa, chiamata da me tetragonica, e il modo del segnarla posto dal Capra è preso *ad unguem* da una tavoletta dei lati dei

poligoni regolari eguali, posta tra gli scritti del Fiammingo, il quale però non lascia indietro il lato del triangolo come fa il Capra, sì come di sopra ho altra volta detto; di che essendomi io meravigliato, venendomi finalmente questi scritti in mano, mi hanno fatta cessar la meraviglia col manifestarmi la causa per la quale il Capra ha lasciato indietro il detto lato del triangolo; che è, perchè nella detta tavoletta il Fiammingo scrivendo in luogo di *latus trianguli aequilateri: Isopleuri latus*, ha forse colla novità di questa parola strana spaventato il Capra, il quale si ha per miglior consiglio eletto più presto di lasciare star questa figura, che mettersi a rischio di scriver qualche cosa spaventevole. La divisione di questa linea si stende appresso il Capra sino al lato dell'ottangolo, che più non ne ha trovati scritti dal Fiammingo, ma però ne' miei strumenti contiene sino alla figura di 13 lati.

Passa poi nel cap. 8 alla descrizione della linea per i corpi regolari, cavata da Euclide alla 18 del XIII, ma con l'aggiunta degli errori sopra considerati. Questa linea è totalmente superflua in questo strumento; perchè, giacchè non serve per altro che per trovare i lati dei corpi regolari inscrittibili nella data sfera, questi si potranno trovare facilissimamente col mezzo delle altre linee dello strumento; perchè essendo il diametro della sfera in potenza sesquialtero al lato della piramide, doppio al lato dell'ottaedro, triplo al lato del cubo; in oltre, essendo la porzion maggiore del lato del cubo segato, *extrema et media ratione*, lato del dodecaedro, e comprendendo il medesimo cerchio il pentagono del dodecaedro e il triangolo dell'icosaedro: col mezzo delle linee geometriche e delle poligrafiche solamente si troverà il tutto, perchè le geometriche ci daranno i lati della piramide, dell'ottaedro e del cubo, e colle poligrafiche divideremo il lato del cubo secondo l'estrema e mezza proporzione pel lato del dodecaedro, il

qual lato ritrovato ci darà, in virtù delle medesime linee, il lato dell' icosaedro, sì come a diversi miei scolari particolarmente ho insegnato. Passa poi nel medesimo cap. alla division del quadrante, sopra il quale costituisce tre divisioni, una per la squadra da bombardieri, l' altra pel quadrante astronomico, e queste dovendo essere in parti eguali, non hanno artifizio alcuno nelle loro divisioni; la terza, che è per le divisioni del quadrato geometrico, ben che egli abbia cento volte veduto il modo del dividerla in casa dell' artefice che mi lavora, che è il modo descritto da' lui, con tutto ciò quanto bene egli l' abbia avvertito, da quanto si è detto di sopra, è manifesto. Tralascia poi la division, che è sopra il quadrante del mio strumento per misurar le pendenze, per essere un poco più astrusa e per non aver egli avuto onde cavarla. Questo è quanto alla fabrica di questo strumento, secondo che il Fiammingo, da chi il Capra ha copiato, si è immaginato che vadino ritrovate le divisioni di quelle linee che sono prese dal mio strumento; delle quali regole io non riprovo per falsa se non quella dei metalli, ma dico bene che dovevano esser poste colle loro dimostrazioni, e di più dico che i modi che ho tenuti io per conseguir queste e le altre divisioni, che metto nel mio strumento, sono per vie più spedite e più esatte, come

nella CD, non è niente; e il prender poi 7 piedi e 6/7, dei quali piedi tutta la AB ne contenga 12, non è altro che pigliare delle 84 parti di tutta la AB le 55, imperocchè sèndo la AB figurata contener 12 piedi, risolvendola in settimi di piede, viene a contenere di tali particelle 84, e risolvendo li 7 piedi e 6/7, che prender ne doviamo, parimente in settimi di piede, abbiamo delle medesime particelle 55, tal che il problema tutto, che si ha da far col mezzo dello strumento, non contiene altro che pigliar delle 84 parti della linea AB le 55, essendo il resto dell' operazione, cioè il risolvere quei numeri nelle loro frazioni, opera del nostro discorso, e non fatta col mezzo dello strumento; e nel secondo capitolo che altro s' insegna dal Capra, che *Alicujus datae lineae omnes petitas partes invenire?* Ma

Il secondo capitolo è copiato *ad unguem* dalla seconda operazione del mio libro; adunque in questi due capitoli non resta altro all' invenzion del Capra, che gli errori; ai quali si dee pur aggiugner quello, che ei commette verso il fine di questo secondo, quando dice: *Insuper si esset data linea* 100 *partium, et peterentur* 3/100 *vel* 4 *vel* 5, *quae prope centrum iństrumenti accipi non possunt, illae accipiantur ex altera parte instrumenti, videlicet prope* 100 *ascendendo etc.*, il che non è ben detto, ma bisognava dire: *accipiatur residuum illarum partium, nempe* 97, *vel* 96, *vel* 95, *prope* 100, e non *illae accipiantur*. E questa cauzione, eccettuatone però l' errore, è pur essa ancora presa da due luoghi della mia prima operazione.

Il terzo cap. *Lineam propositam in aliquot petitas partes secare*, contiene quattro parti; le prime tre, per dividere le linee mediocri, le minime e le massime, sono copiate *ad verbum* dalla mia prima operazione, eccettuatone l' errore, che il Capra commette nel voler palliare un poco la terza, dove chi facesse al modo che egli scrive, dicendo: *et immoto instrumento accipiatur una septima illius* IK, *quae ad-*

datur singulis partibus prius acceptis in linea HK, farebbe grand' errore, ma bisogna che *illa septima addatur primae parti semel, secundae parti bis, tertiae ter etc.* La quarta parte, nella quale egli insegna, date due linee diseguali, dalla maggiore tagliarne una eguale alla minore, e ci fa prima veder quanti punti contien l'una, e poi quanti ne contien l'altra, e poi cavar il numero minore dal maggiore, e poi tornare a pigliare il residuo dallo strumento, e poi trasportarlo sopra la maggiore; voglio che ci contentiamo di lasciarla per trovato singolare dell' ingegno del Capra.

La quarta operazione, *secundum datam lineam divisam secare aliam,* è tolta dal Fiammingo, ma si poteva più speditamente risolvere per la terza mia: anzi, quanto all' operazione è l'istessa a capello; ma dove in questa le parti trovate si notano nella medesima retta, nella mia con le linee trovate si costruisce una figura.

Nel quinto capitolo sono diverse operazioni di aritmetica trasportate tutte dal mio libro; e prima dal principio del cap. sino a quelle parole: *Non hic jacet hujus instrumenti usus,* è copiato tutto a capello dalla mia quarta operazione; dove si noti, come avendo tralasciato il Capra, nel copiare il primo caso di questa operazione, quello che io scrivo in quel proposito, cioè che per risolver le questioni della regola aurea, delli tre numeri proposti si può, ad arbitrio nostro, per aggiustar lo strumento, pigliare il secondo ovvero il terzo, e applicarlo al primo, non avendo esso fatto menzione di ciò, seguita poi di copiare e scrive: *Sed si quaestio esset; 10 exhibent 30, quot dabunt 80? Nec secundus, nec tertius numerus ex scala immobili acceptus potest primo per transversum accommodari.* Ma se di sopra non ha mai fatto menzione di accomodare altro che il secondo, perchè dice ora, ma se nè il secondo, nè il terzo si potrà accomodare? bastava dire, *quia secundus non potest accom-*

modari etc.: copia dunque solamente, ma non intende. L'altra operazione poi contenuta sino alle parole: *Non minori facilitate resolvuntur;* non aggiugne niente di nuovo a quanto è insegnato di sopra, perchè non è altro che la medesima regola aurea replicata tre volte: ma perchè nell' aggiustare lo strumento si adoprano solamente il primo e secondo numero, li quali in tutte tre le operazioni sono sempre i medesimi; quindi è, che aggiustato una volta ci serve poi senza più muoverlo per trovare tutti gli altri numeri rispondenti a quelli, che nella regola occupano il terzo luogo. La operazione che segue sino alle parole, *verum si quis*, è la regola inversa copiata *ad verbum* dalla mia operazione 5. L' altra che segue sino alle parole, *Non absimili negotio*, è la trasmutazione delle monete posta da me nella mia sesta. Quello che segue sino alle parole, *insuper si aliquis*, è l' operazione per gl' interessi a capo d' anno risoluta in due modi diversi, copiati l' uno e l' altro a parola a parola dalla mia settima. In quel che segue sino alle parole, *sed ut melius*, il Capra si è arrisicato a non voler copiare *ad verbum*, e se bene segue la medesima operazione, commette gli errori notati di sopra nella narrazione delle sue risposte in voce. Quello finalmente che resta sino al fine del cap. si lascia intatto all' invenzione del Capra, essendo un affaticarsi per impoverire; poichè introduce, per far le medesime cose già fatte, un' altra scala mobile, potendosi servir della stabile; ha da muover lo strumento una volta di più, adoperare due Compassi, e cercare infine con tedio transversalmente il numero desiderato, le quali manifatture sono tutte non pur disutili, ma dannose.

Nel cap. 6 propone, *Figuram aliquam superficialem adaugere vel diminuere*, e ciò dichiara con due esempj: il primo è in un triangolo solo, il secondo è in un rettilineo di molti lati: e perchè il primo esempio non è copiato dal mio libro, un solennissimo errore non manca; imperocchè

proponendo egli con queste parole: *Sit triangulus* ABC, *secundum quem alius triangulus constitui debeat, qui sit ter major*, di voler fare un triangolo triplo di un altro, venendo poi all'operazione, cresce i lati del proposto secondo la proporzion tripla, e crede di aver secondo la medesima proporzione cresciuto il triangolo, nè sa ancora che il triangolo non tre volte, ma nove volte sarà maggiore del proposto: l'altro esempio poi, che egli diffusamente descrive, è puntualmente copiato dalla mia Operazione terza.

Propone nel cap. 7: *Datis duabus lineis, tertiam proportionalem adjungere*; e questo non è copiato dal mio libro, ma cavato dagli scritti del Fiammingo, dove, oltre a quello che ho notato di sopra intorno a questo cap. scrivendo le sue risposte in voce, noto adesso il principio dove scrive così: *Sint duae lineae* A *et* B *quibus invenienda sit tertia proportionalis continua etc.*, dove la parola *continua*, per esservi superflua, denota che il Capra non sa che una terza linea proporzionale aggiunta a due altre date, non può non essere in proporzionalità continua, e pur queste son minime bagattelluzze; poteva in oltre questa operazione, come dipendente da cose poste da me, molto più destramente esser risoluta, e senza avere a muovere lo strumento più di una sola volta, imperocchè misurata rettamente la linea B, e applicata poi transversalmente alla quantità della A misurata sulla medesima scala retta, e preso poi transversalmente il numero della B, si averà la C: ma che bisognava perder tempo in questa e nelle due seguenti operazioni, se sono la medesima cosa *ad unguem*, che la regola aurea posta da me e trascritta dal Capra?

Per dir quanto mi occorre con maggior brevità e chiarezza intorno al cap. 8 del Capra, è necessario trascriverlo in questo luogo. Dice dunque nel titolo: *Datis duabus lineis tertiam, tertiae quartam, quartae quintam etc. continuas proportionales adinvenire*, e segue: *Per hanc operationem facil-*

limum erit resolvere probl. 4, *prop.* 12, *lib.* VI *Euclid.*, *si namque propositarum linearum nota sit proportio, ut jam supra docuimus cap.* 5, *inquiratur differentia inter dictas duas lineas, tunc aperto instrumento secundum quantitatem majoris lineae excipiantur intervalla differentiarum: ut, e. g., dentur lineae* A *et* B (Tab. XI, Fig. 47) *in proportione, ut* 21 *ad* 28; *aperiatur secundum quantitatem lineae* B *in* 21, *immotoque instrumento excipiatur distantia inter puncta* 35. 35 *pro linea* C, *inter puncta* 42. 42 *pro linea* D, *et sic de reliquis.* Qui primieramente si nota come il volere che *excipiantur intervalla differentiarum*, non ha che fare niente in questo luogo, nè all'operazione, quando si facesse bene, nè al farla male, come seguita di fare il Capra; e' doveva (volendo concordar con quel che segue) dire: *excipiantur intervalla numerorum crescentium ultra* 28, *per differentiam* 21 *ad* 28, li quali sono quelli che nomina, cioè 35, 42 ec. Passo poi a considerare un altro errore, ed è, che sendo la B 28, e la A 21, per trovare la C vuole che *instrumentum aperiatur secundum quantitatem lineae* B *in* 21, e che *illo immoto excipiatur distantia inter puncta* 35 *pro linea* C, il che è falsissimo; ma bisogna *excipere distantiam inter puncta* 28. Vi è oltre a questo il terzo non minore errore, il quale è, che egli s'immagina, che quando averà presi gl'intervalli tra i punti 35. 35 e 42. 42, questi siano le lunghezze di linee continue proporzionali; cosa parimente falsissima, e argomento di niente intendere, perchè le distanze tra i punti 21. 21 e 28. 28, e 35. 35 e 42. 42, ci danno linee di eguali eccessi, e ordinate in proporzione aritmetica, cosa che non fa al presente proposito: ma se voleva conseguire l'intento, bisognava applicar la B al 21, e prendere il 28 che gli dava la terza C, e questa applicata (aprendo più lo strumento) pur al 21, pigliando il 28 si aveva la quarta D, la quale applicata similmente al 21 e preso il 28, ci dava la quinta E, e così in infinito. Vedete, intendenti

Lettori, in quali puerizie mi bisogna consumare il tempo, e pure è forza trattarne.

Il nono cap. *Datis tribus lineis, quartam proportionalem investigare*, ha, sì come il Capra medesimo confessa, la medesima operazione che la precedente, e non può essere aggiunto per altro, se non per dar luogo a un nuovo errore, che non poteva capire nel passato cap Qui, stando nella figura precedente, e volendo alle tre proposte linee soggiugnere la quarta proporzionale, dice: *inquiratur proportio lineae* A *ad* B, *ut aperiatur secundum quantitatem* B *in* 50. 50, A *cadet in* 38 1/2, *itaque circino aliquo accipias quantitatem lineae* C, *hanc punctis* 38 1/2 *per transversum accomodabis, et immoto instrumento accipies distantiam inter puncta* 50. 50, *quae exhibet lineam* E, *quartam proportionalem: quod nihil aliud erit quam resolvere problema Pappi, quo docet, tribus datis rectis lineis, quartam invenire, quae sit ad tertiam, ut prima ad secundam*. Ora qui non ha che far Pappo, nè questo è altro problema che il quarto del sesto d' Euclide, prop. 12, e non è vero che in questa operazione si trovi una quarta linea, la quale sia alla terza come la prima alla seconda, ma si trova la quarta, alla quale la terza è come la prima alla seconda.

L' operazione decima è, *secare datam rectam quamlibet*

condo l'estrema e mezza proporzione, ma ne secondo alcuni altri, e siano quali si vogliono, essendo tal divisione irrazionale, sì che posta tutta la linea come di sopra 100. sariano le sue parti, segandola nella proporzione detta, una rad. 12500 m. 50, e l'altra 150 m. rad. 12500: ma queste cose avanzano di troppo la capacità del Capra. e se bene questa divisione non si può trovare col mezzo delle linee, si può nondimeno fare con altre linee dello strumento: ma questa è una cognizione molto lontana dall' intelligenza del Capra, benchè l'operazione sia facilissima, e non si ha da far altro che applicar tutta la linea proposta trasversalmente alli punti 6. 6 delle linee, che il Capra chiama *lineae circulorum*, pigliando poi senza muover lo strumento l'intervallo tra li punti 10. 10 delle medesime linee, e questa sarà una delle parti della linea da dividersi. Ma sopra le mie linee poligrafiche si applicherà tutta la linea alli punti 10. 10, pigliando poi la distanza tra li punti 6. 6, e sarà fatto.

Passa nel cap. 11 alle operazioni delle linee delle superficie, dette da me geometriche; e in questo cap. mette sotto pochissime parole tre operazioni tolte a capello dalle 9, 10 e 11 mie, ma incantucciate qui, parendo pure al Capra furto troppo enormemente spaccato il copiar sempre il tutto a parola a parola.

Nel cap. 12 propone: *Datum triangulum dividere lineis aequidistantibus in partes aequales*: questa operazione è tolta *ad unguem* dagli scritti del Fiammingo, e non è altro che la mia ottava mascherata; imperocchè io insegno quivi crescere o diminuire qualunque figura superficiale secondo qualsivoglia proporzione; e qui, che altro è il dividere il triangolo proposto in cinque parti eguali, per star nell'esempio del Capra, che trovarne uno che sia la quinta parte di quello, un altro che sia li 2/5, uno che sia li 3/5 ec.?

Propone nel cap. 13: *Datam aliquam superficiem divi-*

dere secundum datam proportionem; e perchè questa non è copiata dal mio libro (sebbene è tolta *ad verbum* dalli scritti del Fiammingo, dove ella è posta coll' esempio medesimo dei *tres viri, inter quos dividendus sit campus* ABCD), si mette a esagerare la eccellenza dello strumento per questa frivolissima operazione; la quale primieramente ha la proposizione universale, come si vede, ma la regola, che poi si dà, non applica se non ai parallelogrammi, nè può aver luogo se non in questi, nei triangoli e nelle figure mensali; le quali tutte figure seguitando la proporzione delle lor basi, come dalla prima del sesto d' Euclide si fa manifesto, traducono il presente problema al dover dividere una linea nelle date proporzioni e non altro; la quale operazione è la medesima giusto che la prima operazione posta dal Capra, cioè la medesima che la seconda mia; onde io non so perchè il Capra l' abbia replicata qui tra le linee geometriche, le quali non ci hanno che far niente, nè l' istesso Capra se ne serve punto per questa operazione.

Il cap. 14, che segue, contiene due operazioni; l'una è per trovar la media proporzionale, copiata *ad verbum* dalla mia 14 operazione; l' altra è costituire un quadrato eguale a un dato triangolo, copiata di parola in parola dalla seconda parte della mia operazione 31.

Nel cap. 15 sono diverse operazioni, e però diverse cose da notarsi. E prima propone: *Datis tribus superficiebus quartam proportionalem adjungere;* comincia poi l' operazione con queste parole: *Sint duo circuli* A *et* B *et figura* C, *cui sit invenienda quarta proportionalis, qualem proportionem habet* A *ad* B, *ex linea superficierum quaeratur proportio* A *ad* B *etc.;* dalla qual frase si può comprendere se il suo autore ha mai letti libri di matematica. Seguita poi l' operazione sino alle parole, *Non absimili*, e di lì fino a *Eadem fere operatione*, insegna, *si dentur duae superficies*,

tertiam proportionalem invenire; l' una e l' altra delle quali operazioni è tolta dagli scritti del Fiammingo, ed è in questo luogo superflua; imperocchè se di sopra si è insegnato, date tre linee trovar la quarta, e datene due trovar la terza proporzionale; ed essendo che, ogni volta che le linee son proporzionali, ancora le lor figure simili son proporzionali, come Euclide dimostra nella 22 del sesto; a che proposito s' introducono ora queste due operazioni solamente per aggrandire il libro? Ma qui noto un' altra leggerezza del Capra, cioè, che qui, dove non era necessario, distingue la considerazion delle proporzioni delle linee da quella delle lor figure; ma di sopra nel cap. 6, dove tal distinzione era sommamente necessaria, l' ha prese come se fussero la medesima cosa. In quel che segue poi fino alle parole, *Hincque habetur solutio,* copia la operazione mia 10, dalla quale pende, anzi è il medesimo appunto, quello in che egli si distende sino a, *Haecque proportionum methodus.* Entra poi a voler metter non so che del suo, e s' intriga in una certa anfora, scrivendo così: *Illud tamen silentio involvendum non credo, quod si proposita esset amphora continens mensuram, et quaereret aliquis aliam, quae duas, quae tres, vel quatuor contineret, hoc dicto citius poterit absolvi; acceptis enim dimensionibus propositae amphorae, si illas pro libitu applicuerimus aliquibus punctis hujus lineae, tum ex immoto instrumento exceperimus duplum, triplum, vel quadruplum, habebimus dimensiones amphorae petitae;* dove il Capra mostra come egli non solo ha creduto (come di sopra si è dichiarato) che le superficie seguitino le proporzioni dei lati, ma che i solidi parimente seguino quelle delle lor superficie, poichè in questa operazione apertamente si dichiara di credere, che col raddoppiare o triplicare le superficie dell' anfora, sia parimente raddoppiato o triplicato il suo contenuto; e così nella dottrina del Capra la proporzione che è tra due linee si trova l' istessa ancora tra le figure simili, tanto su-

perficiali quanto solide, fatte da quelle; falsità conosciuta da ogni muratore.

Nel cap 16 vuol dichiarare la regola di costituire un rettilineo simile ad uno ed eguale ad un altro dato; la quale operazione non è posta da me nel mio libro, ma l'ho ben insegnata in voce a molti miei scolari in diversi tempi, ed è necessario che da qualcuno sia stata mal referita al Capra e peggio intesa da lui; il che si fa manifesto dal confusissimo parlare, col quale ei la descrive, e pieno di improprietà e di mancamenti; nel quale solamente da persone molto intendenti si può vedere come per nube la regola buona di operare, ma infelicissimamente descritta. Ed acciò che quanto in ciò mi occorre dire meglio s'intenda, è necessario trascrivere qui la operazione con la sua figura (Tav. XI, Fig. 54): scrive dunque il Capra così:

Datam superficiem immutare in aliam, cujus alia sit aequalis primae datae. Esset equidem haec operatio difficilis, sed omnem difficultatem superat instrumentum hoc nostrum. Sit enim triangulus A, *cui rumbus aequalis triangulo* A *quoad aream, sed rumbo* B *similis, fieri debeat. Primo quaeratur inter basim et dimidiam perpendicularem trianguli* A *media proportionalis, quae sit* C, *deinde ipsius rumbi* B *media etiam proportionalis, quae sit* D, *denique quaeratur quarta proportionalis ipsarum* D, C, *hoc scilicet modo; si latus quadrati, quod est* D, *rumbi* B, *dat latus falsum rumbi* B, *quid dabit latus quadrati veri* C, *trianguli* A? *et proveniet latus veri rumbi. Hoc est, videas quam proportionem habeant latera rumbi falsi, ut puta* F, G, *et proportionalis* D, *et in hoc exemplo sit ut* 100 *ad* 53; *postea secundum quantitatem lateris* C *aperies in linea superficierum in* 100, *et excipies distantiam inter puncta* 53. 53 *pro latere* E; *indeque habere poteris solutionem probl.* 7, *prop.* 25, *lib.* VI *Eucl., quo docet, dato rectilineo simile, similiterque positum, et alteri dato aequale, idem constituere.*

Ora qui mi bisognano far due cose; prima dichiarare al Capra quello che ei medesimo ha voluto dire in questo capitolo, e poi esplicar meglio quello che bisognava che ei dicesse per dir perfettamente. Nel titolo, del quale Edipo non troveria il senso, ha voluto dire: *Datis duabus superficiebus quibuscunque, tertiam uni quidem datarum aequalem, alteri vero similem, describere;* poi nelle parole inettissime: *Sit enim triangulus* A, *cui rumbus aequalis triangulo* A, *quoad aream, sed rumbo* B *similis, fieri debeat;* doveva dire, parlando da geometra e stando nella proposizione universale, come fu proposta: *sit figura* A, *cui alia aequalis, sed ipsi figurae* B *similis, constitui debeat;* doveva seguitar poi, e dire, *inveniantur quadrata ipsis* A *et* B *aequalia*, per quello che egli scrive al cap. 40, copiato dalla mia operazione 30, *quorum latera sint lineae* C, D (perchè le medie, delle quali ei parla, non servono ad altro); e così sfuggiva quello impropriissimo modo di parlare, *Deinde ipsius rumbi* B *media etiam proportionalis*, il quale, oltre al far la proposizione particolare, dichiarerebbe per ignorante un che avesse più fama d'Archimede; e parimente doveva buttare a monte tutto il resto del ciarpame, che egli scrive con non minor confusione e improprietà, intralciandolo con lati veri e lati falsi di falsi quadrati e rombi veri, e dir solamente così: *Deinde ut* C *ad* D, *ita fiat linea* A *ad aliam* E, *ex qua describatur figura similis* A, *quae erit quoque figurae* B *aequalis;* e così veniva a scansare ancora l'altro errore commesso nel dire, *quaeratur quarta proportionalis ipsarum* D, C, proponendo due linee sole per trovargli la quarta proporzionale.

Nel capitolo 17 trasporta le regole per l'estrazione della radice quadrata, e per le ordinanze di fronte e fianco diseguali, con tutti i lor casi e cauzioni e modi diversi di operare, copiate *ad verbum* dalle 12 e 13 mie operazioni. E benchè la prima regola posta dal Capra per l'estrazion

della radice non sia stampata nel mio libro, ella però si trova in molti manoscritti dati da me alcuni anni addietro a diversi Signori, e tra gli altri è negli scritti, che detti sei anni sono all'Illustriss. Sig. Jacopo Aluigi Cornaro, essendo quella stata la prima maniera di operare, ridotta poi a maggior facilità, come nelle altre regole stampate da me si vede; le quali due regole, benchè in apparenza differenti, sono però in essenza l'istessa.

Viene dipoi, nel cap. 18, a trattar delle linee dei solidi, chiamate da me stereometriche, e in quello esplica due operazioni, l'una di trovar la proporzione tra due solidi simili proposti, l'altra per costituirne un solo eguale a molti dati; le quali due operazioni sono copiate dalle 16, e 17 mie.

Nel capitolo 19 vuole insegnare il modo di sottrarre un solido da un altro simile; operazione pretermessa da me per esser la conversa della precedente, e però manifestissima ad ogni persona. Replica poi nel fine la medesima operazione posta nel capitolo precedente, essendo che il medesimo è trovare la proporzione che hanno in peso due solidi simili, che trovare la proporzione che hanno tra di loro; vedesi questo modo di operare esemplificato nel fine della mia operazione 23.

Il capitolo 20 è cavato da una parte della mia operazione 15.

Nel capitolo 21 propone due operazioni non copiate dalle mie, dal che ne seguita in conseguenza necessaria che non manchino di errori. Propone dunque in universale: *Datum solidum in partes petitas dividere;* e segue il modo del dividerlo così: *Dividantur superficies solidi ea ratione, qua in linea superficierum, cap.* 10 *et* 11, *docuimus dividere superficies, nempe in oppositis partibus conjungantur parallelis lineis divisiones, dictumque solidum divisum erit in partes petitas;* dove io primieramente noto come il cap. 10 e 11

non hanno che fare in questo proposito; ma doveva citare il cap. 13. Dico in oltre, che mi meraviglierei se altri che il Capra si fusse persuaso, che di un solido tagliato in diverse parti al modo del Capra, le parti solide avessero tra di loro le medesime proporzioni, che le parti delle sue superficie tagliate; ma del Capra ormai non è più da meravigliarsene, anzi saria da trasecolare quando egli avesse aperta la bocca senza mandar fuori più sciocchezze che parole. Avevo pensato, per salvare il Capra, di dire che ei non abbia cognizione di altri solidi che dei prismi e dei cilindri; e che appresso di lui i coni, le piramidi, le sfere, i conoidali e mille altri solidi, non si ritrovassero al mondo; ma ho veduto poi che nè anco questo lo mandava immune da ogni mancamento, perchè per segar quei corpi detti, non occorreva dividere altro che le loro altezze; tal che non lo posso in modo alcuno ajutare. Aggiugne poi nel fine il modo di trovar solidi proporzionali, dicendo questa operazione proceder come quella delle superficie, ma che in luogo delle linee delle superficie si piglino le linee dei solidi; e io gli dico, che e queste e quelle son superflue, perchè senza altre superficie o altri solidi basta pigliar le proporzionali dei lati; perchè quando i lati saranno proporzionali, saranno proporzionali parimente le loro figure simili, tanto piane quanto solide.

Propone nel cap. 22: *Datis duobus solidis duo media proportionalia elicere;* dove, perchè la sua operazione è particolare dei solidi simili, bisognava nel titolo dire, *duobus solidis similibus;* perchè io non so quanto il Capra si sapesse distrigare se alcuno gli proponesse una sfera e una piramide. La operazione poi è la medesima che l' invenzion delle due medie proporzionali tra due linee proposte, messa da me nella operazione 19; ma egli credendo di mascherarla e trafugarla l' ha proposta sotto titolo, in apparenza solamente, differente. Ma forse ho torto a farlo così mali-

... egli in questo e in tutti gli altri ... malizia, ma per pura ignoranza aver ...

... *Dato parallelepipedo aequale cu-* ... operazione copiata *ad verbum* dalla mia 20, ... non vi metto sì grossa balorderia quanta ... Capra scrive nell'operazione, dicendo: *Deinde* ... *basis parallelepipedi, et ipsius altitudinem CD,* ... *proportionales inveniantur;* nè so ancora tanta ... sapessi trovar due medie tra una su- ... linea.

... nel capitolo 24: *Mutare sphaeram in cu-* ... voleva metter mano a questa parte, do- ... insegnare a ridurre in cubo tutti gli altri ... ho privatamente a diversi miei scolari ... ma essendo le operazioni, che posso far ... infinite, non ho voluto stampar se non ... uso comune son più necessarie, sì come nel ... detto, e la presente operazione ho io insegnata ...mente, cioè con applicare il diametro della ... 12 delle linee stereometriche, pigliando poi ... punti 22, che sarà il lato cercato; im- ... per Archimede il cubo e il cilindro *in-* ... come 42 a 33, e il cilindro alla sfera co- ... *propositum.*

... 25, per l'invenzione delle due medie, è ... mia 13 *ad verbum.*

... 26 mette tre regole per l'estrazion della ra- ... prima è tolta da quella, che dava nei miei ... anni addietro, la quale si troverà in mano di ... in Padova in particolare negli scritti che detti ... sono all'Illustriss. Sig. Cornaro; le altre due ... *ad verbum* dalla mia operazione 18 stampata.

... poi a trattar delle linee metalliche nel cap. 27,

nel quale mette tre operazioni copiate *ad unguem* dalle mie 21 e 22 operazioni.

La operazione del cap. 28 è la medesima che la seconda delle tre operazioni poste nel capitolo precedente, e si risolve nel medesimo modo a capello, nè vi è bisogno di pigliare il lato del cubo AB, o altra linea, siccome ad ognuno può esser manifesto per quello che scrivo nella sopracitata mia operazione 22.

Propone nel capitolo 29: *Dato corpore metallico aliud construere aequalis ponderis, sed diversae magnitudinis;* ma la parola *magnitudinis* deve dire *materiae*, altrimenti sarebbe uno sproposito: questa operazione è copiata dalla 21 del mio libro; ma notisi quello che è accaduto al Capra per aver voluto variar l'esempio, e specificare in un cubo quello che io esemplifico in una palla; che è stato il dichiararsi troppo bruttamente di non intender ancora che cosa sia cubo, e come egli ha 12 lati tutti eguali, sendo contenuto da 6 quadrati: ma il Capra ha creduto che tutti i lati del cubo sien diseguali; il che è chiaro dalle sue parole, che son queste: *Aperiatur in punctis stamni secundum omnia latera cubi, et excipiatur intervallum punctorum argenti, et ex inventis lateribus argenti construatur cubus similis alteri, qui magnitudine erit diversus, etc.*, dove dalle particole, *omnia latera*, *inventis lateribus*, *similis alteri*, si scorge che egli ha creduto che il cubo sia qualche corpo di lati diseguali, e che possa essere che un cubo sia dissimile da un altro; e per assicurarci ben di questa sua credenza, nel fine del capitolo, avendo esplicata la operazione coll'esempio di un lato solo, conclude: *hacque eadem methodo omnia alia latera erunt accipienda donec totus cubus sit constructus.*

Nel cap. 30 ha cavato il tutto *ad unguem* dalla mia 24, dove mostro come il mio strumento ci serva mirabilmente per calibro da bombardieri, chiamati dal Capra *Libratores*

Il capitolo 31. con tutte le sue circostanze, è copiato *ad verbum* dalla mia 25 operazione.

Passa poi nel capitolo 32 a trattar degli usi della linea del quadrante, della quale manca il mio strumento; ma è stata tolta insieme con li suoi usi dagli scritti del Fiammingo; di questa ne pone il Capra 4 operazioni nei quattro capitoli seguenti, le quali però tutte si riducono in una *sola*, che è di ritrovar i gradi di un arco proposto, e questa sola si risolve in farci conoscere, che il Capra non sa ancora quanto son grandi gli angoli di un triangolo, poi che in questo cap. 32 stampa il triangolo posto di sopra, con angoli, la cui amplitudine è gradi 183, se ben di tutti i triangoli gli angoli non sono nè più nè meno di gradi 180, considerati gli angoli, come fa il Capra nel presente luogo, come costituiti nel centro del cerchio. L'operazione è negli scritti del Fiammingo, ma senza errore, ed è esemplificata con un triangolo scaleno, li cui angoli misura uno per 96, l'altro per 53, e il terzo per 31, che in tutto fanno 180.

Nel seguente cap. 33, quello che di sopra ci ha insegnato di fare in tre archi suttendenti agli angoli di un triangolo, ce lo replica, quasi cosa differente, in due altri archi, misurando la lor quantità nel medesimo modo *ad unguem*; è vero che ci aggiugne questa leggiadrissima ope-

Ci insegna poi la medesima insipidezza nell' altro capitolo 34: *Arcum datum multiplici proportione augere*, col trasferirlo insomma molte volte sopra la circonferenza, della quale egli è parte.

Finalmente, nell'altro capitolo 35, c' insegna a misurar l' angolo dell' apertura dello strumento, il che si fa come a misurar l' angolo di ogni altro triangolo al modo che insegna nella prima operazione di queste linee, dove insegna a misurar tre angoli, e qui un solo col medesimo modo; e pur questa è operazione tolta dalli scritti del Fiammingo.

Passa nel cap. 36 alla dichiarazione della linea dei cerchi, detta da me poligrafica, della quale ne mette quei due medesimi usi, che ne pongo io alle 26 e 27 mie operazioni; dei quali, perchè l' uno è il converso dell' altro, e le divisioni di questa linea messe dal Capra sono con ordine prepostero di quelle che metto io nel mio strumento, quindi è che la regola che mette il Capra per dividere il cerchio, è quella che metto io per descrivere i poligoni, e per il converso la regola scritta dal Capra per descrivere i poligoni, è l' istessa con quella che pongo io per dividere il cerchio. Quello poi che mette nel fine di questo capitolo, di poter risolvere il problema d' Euclide, posto alla proposizione 16 del XII, non può ricevere benefizio alcuno da queste linee, chi non vi segnasse dentro i lati di infiniti poligoni, il che è impossibile a farsi.

Propone poi nel capitolo 37 una operazione particolare, cioè: *Dato latere pentagoni invenire suum circulum*, la quale era molto meglio che fusse proposta generalmente, e con termini proprj della scienza, cioè, *super data recta linea polygonum regulare describere*, che questo è quello che nell' operazione s' insegna; nel fine poi dell' operazione, scordatosi di quello che in essa ha insegnato, mette questi corollari: *Ex quo habes etiam facillimam solutionem prob.* 11,

IV Eucl., *quo in dato circulo pentagonum aequilaterum et aequiangulum inscribere docet, nec non prob.* 15 *et* 16, il che non è vero; ma la soluzione di questo problema depende, non da questa, ma dalla precedente operazione, anzi è l'istessa, perchè insegnandosi a dividere un cerchio, verbi grazia, in cinque parti, si viene in conseguenza a inscrivervi un pentagono; ma in questa operazione si insegna, dato il lato del poligono, circoscrivergli il cerchio; veggasi dunque quanto accuratamente abbia il Capra considerate queste cose.

Passa nei due capitoli 38 e 39 alli usi della linea quadratrice, detta da me tetragonica, nei quali copia *ad verbum* la mia 28 operazione della quadratura del cerchio, e della trasmutazione dei poligoni regolari l'uno nell'altro.

Il cap. 40 è copiato dalla mia operazione 30, ma per mettervi il Capra qualche cosa del suo, l'ha adornato di due suoi errori indicanti il suo non intender niente, nè anco il significato delle parole, il che pure ormai si è sin qui cento volte veduto. Prima, nel titolo chiama il cerchio e il quadrato figure irregolari, scrivendo così: *Data figura quacunque irregulari, hoc est circulo, quadrato etc., ipsi aequalem construere;* le quali parole mancano ancora di senso, sì come ogn' uno che abbia senso può comprendere: ma non intendendo egli nè quello che ei scriveva, nè quello donde copiava, ha scritto nel modo detto in luogo di scrivere *data quacunque figura rectilinea irregulari, circulum, quadratum etc. ipsi aequale construere;* vedesi poi nell'esplicazione dell'operazione, che appresso il Capra ogni rettilineo è un quadrilatero, perchè vuole che si risolva in due triangoli, scrivendo egli così: *Hincque, si vides, manifestissime patet solutio prob.* 2, *prop.* 14, *lib.* II *Eucl., nam si* [illegible] *constituemus duos triangulos etc.*, e non sa anco che un rettilineo può avere e due, e quattro, e dieci, e cento triangoli.

Nel capitolo 41 insegna a trovar una retta eguale alla circonferenza del dato cerchio, il che fa col mezzo di un punto posto da lui (però con l'ajuto del Fiammingo, dagli scritti del quale è presa questa divisione) in queste linee quadratrici; ma tale divisione è totalmente superflua, potendosi, e più speditamente, conseguir l'istesso col mezzo delle linee aritmetiche, accomodando transversalmente il diametro del dato cerchio ai punti 70 di quelle, e poi pigliando l'intervallo tra i punti 220, il quale darà la retta eguale alla circonferenza del cerchio, conforme alle cose dimostrate da Archimede.

Replica poi nel cap. 42 molto inutilmente la medesima operazione posta nel cap. 16, e parendogli di non si esser in quella dichiarato a bastanza per persona che non intenda quello che ei voglia dire o fare, ce ne reca in questo luogo altri nuovi testimoni. Propone dunque nel presente capitolo di voler constituire una figura simile ad una altra data, e eguale a un dato cerchio o pentagono ec, la quale operazione, per il capitolo suo 16, o per dir meglio, per quello che sopra vi ho insegnato io, si spedisce subito; imperocchè trovati due quadrati eguali l'uno al dato cerchio, e l'altro alla data figura, e fatto poi, come il lato del quadrato eguale alla data figura, al lato del quadrato eguale al cerchio, così uno dei lati della data figura ad un'altra linea, e sopra quella, come omologa del lato preso della data figura, descrivendone una simile, sarà questa eguale al dato cerchio. Ma il Capra dopo aver detto che si trovino li due quadrati eguali al cerchio e alla figura data, seguita così: *Quod si quadratum figurae aequale fuerit quadrato circuli, jam intentionem consequutus eris* (è vero, perchè il cerchio ancora sarà eguale alla figura); *sin minus, detrahatur minus quadratum ex majore, et ex residuo fiat figura aequalis dato circulo, et similis datae figurae*. Or qui vorrei sapere, quali compassi o quali computi ci hanno a

servire in questa operazione; perchè posto, v. g., che il cerchio, e per conseguenza il suo quadrato, fusse 100, e la figura, e perciò il suo quadrato, 120, operando secondo il precetto del Capra bisogna sottrar 100 da 120, resterà 20, e di questo residuo, cioè di 20, si ha da fare una figura eguale al dato cerchio, cioè a 100; bisognerà dunque stirarlo più che mai fornaje stirassero lasagne. Segue poi: *si vero minus fuerit, ut in hoc exemplo, differentia addatur minori quadrato, ut aequale fiat quadrato circuli, reliqua fiunt juxta tradita cap.* 16; cauzione posta senza bisogno alcuno, e fatica e tempo perduto a sproposito; perchè avendo già il quadrato eguale al cerchio, non occorre che io accresca l'altro quadrato per farlo eguale a questo, ma mi servirò di questo in ogni occorrenza: in somma è una gran cosa il non intender niente. Non voglio dissimulare la ingegnosa division trimembre, che il Capra pone in questo luogo, la quale ristretta insieme suona così: questo quadrato o è eguale all'altro o non è eguale o è minore: torninsi a leggere le sue parole.

Nel cap. 43 copia la mia 29 operazione a capello.

Passa poi, nel cap. 44, alla linea chiamata da lui in questo luogo, *Linea quinque solidorum regulatorum;* della quale mette quest'uso solo di trovare i lati dei corpi regolari inscrittibili nella medesima sfera, la quale operazione potendosi facilissimamente risolvere con le linee geometriche e con le poligrafiche (come di sopra ho insegnato), fa che queste tali linee siano superfluamente poste in questo strumento.

Speditosi finalmente dagli usi di queste linee, viene ad [illegible] *quadratus* (che tale è il titolo, che egli scrive), cioè (che così credo che abbia voluto intendere) agli usi del quadrante, sopra il quale segna quello che segno io sopra il mio (eccettuatane però la divisione per misurar le pendenze da lui pretermessa), cioè la squadra da bombardieri

il quadrante astronomico e la divisione rispondente al quadrato geometrico; ma tralasciando le altre due divisioni, si riduce a trattar solamente delle regole del misurar con la vista col mezzo del detto quadrato geometrico, dicendo, che sebbene questa parte *a quampluribus aliis diffuse admodum sit tradita, tamen cum ab aliquibus secreti loco hic modus dimetiendi per hoc instrumentum habeatur*, la vuole, *breviter*, *dilucide tamen*, ridurre a questo suo strumento; nelle quali parole se ha voluto (come io credo) intender me per quello che tenga in luogo di segreto questi modi di misurare, ha veramente avuto il torto; perchè, se per segreto intende cosa grandissima e miracolosa, qual' è per esempio il segreto di sanar da lontan paese un ferito col medicar solamente l' arme che lo ferì, o una pezza macchiata del suo sangue; e il segreto di quella mirabile unzione, colla quale toccandosi un ferro, ben che grossissimo, in poche ore si scavezza, e altri portenti di questo genere; io non solamente non ho stimate queste regole di misurar per cose di questa meraviglia, ma ho sempre stimato e stimo, che tutte le matematiche insieme non contenghino cosa di tanto stupore; e se per segreto intende cosa riservata e tenuta ascosa, ha ancora il torto, e maggiormente, non le avendo io nè celate, nè negate ad alcuno che me l' abbia domandate, che pur sin' ora sono stati centinaja di gentiluomini: ma se finalmente per segreto vuole intender cosa nuova e che abbia del peregrino, io credo bene che molte delle mie regole sien tali, e quelle massime, li cui computi laboriosi sono da me tolti via, e col mezzo del solo Compasso e delle mie linee aritmetiche risoluti con modi da niun altro per addietro pensati; ma quando segreto nissuno tra le mie regole del misurare si contenesse incognito alle altre persone, assai pur ve ne sono segretissimi al Capra, e tanto incogniti e astrusi per lui, che per ancora non gli ha potuti penetrare, sì come nel deciferar-

glieli più a basso si farà palese; onde ei non doveva così disprezzarli e avvilirli come cose tanto triviali. Se il Capra poi, secondo la sua promessa, abbia dilucidamente trattata questa parte o pure se egli nel trasportar le cose scritte da me, e niente assolutamente intese da lui, e nel volerle palliare e accomodare a sue sciocchissime immaginazioni, abbia fatta una confusione e un intrico inestricabile anco da Apolline, e si sia in fine palesato per tanto nudo di ogni intelligenza, che ei non abbia anco inteso come lo strumento va tenuto in mano per far le operazioni del misurar le distanze; col trascriver di parola in parola solamente due o tre di tali sue operazioni, insieme colle proprie figure trasportate a capello, e col glossarvele per vostra minor fatica, vi farò in quest' ultimo, giudiziosi Lettori, toccar con mano. E pigliando il primo capitolo dei 19 che il Capra pone per le dichiarazioni di tali misure, si legge nel titolo così:

Distantiam inter duos terminos in eodem plano (quasi che due termini e anco tre potessino non esser nel medesimo piano; era dunque meglio dire, *in eodem horizonte*) *ad quorum alterum tantum accedi possit, indagare.* Segue poi: *Notandum in primis, quod haec extima circumferentia divisa in 200 partes continet umbram rectam et umbram versam ipsius quadratus* (ha voluto dire, *ipsius quadrati*) *geometrici, ideo ut illos centenarios distinguere valeamus. Ex. gr., dum per brachium CD cernimus* (Tav. XII, Fig. 67), *qui juxta mensoris oculum collocatus in superiori parte versus D secundum, qui autem illi opponitur, primum semper nominabimus: primus enim nobis ostendit umbram versam, secundus autem umbram rectam. Sit itaque investiganda distantia AB, ut puta latitudo alicujus fluvii, a centro instrumenti dimittas perpendiculum libere cadentem, tunc constitutus in puncto A observabis quodcumque signum C; progressus vero ad locum C, per instrumenti brachium CD* (*quod quidem si duo pinna-*

cidia habebis, ad hoc ut visus aberrare non valeat, observatio erit exactior) respicies terminum B. Or qui mi fermo alquanto, e noto prima come il Capra piglia il punto C a caso, il che è grande inavvertenza, non gli potendo servire al suo bisogno, se non quando la linea prodotta da esso al termine A, faccia angolo retto con la linea BA; adunque il punto C è limitato, e non è *quodcumque signum*, com' egli scrive: noto in oltre, come essendo la distanza AB da misurarsi una linea orizzontale, come la larghezza di un fiume, dalle parole del Capra non si può intender che la distanza presa AC sia ancor ella altrimenti che orizzontale, perchè se avesse voluto intendere che il termine C fusse elevato e a perpendicolo sopra il punto A della distanza AB, non avrebbe detto *constitutus in* A *observabis quodcumque signum* C, perchè in aria non si può osservar *quodcumque signum*, ma più presto dal punto sublime C averia notato qualche segno nell'orizzonte: il dire ancora, *progressus ad locum* C, mostra che si ha da camminare in piano, e non a salire; e finalmente è chiaro, che nell' immaginazion del Capra il punto C non è in luogo sublime, perchè se ciò fusse, questa operazione saria per appunto la medesima, nè pur in un sol capello alterata, che quella la quale egli scrive più a basso nel cap. 5. Stanti queste premesse, seguita il Capra e scrive così: *et observabis quot partes, et cujusnam centenarii, an primi, an secundi, secentur a perpendiculo; nam primo si secantur aliquot partes primi centenarii, ut puta* 18, *tunc mensurabis distantiam* AC (non dice *altitudinem*, come averia detto quando avesse voluto che il punto C fusse stato sublime); *et sit, e. g.*, 12 *pedum, sicque institues ratiocinium: si partes abscissae, hoc est* 18, *dant* 100, *quot dabunt* 12? *facta itaque operatione, vel per regulam trium, vel per illa, quae cap.* 5 *tradidimus, invenies* 66 2/3, *quare inquies, distantiam* AB *esse pedum* 66 2/3. *Si autem perpendiculum abscindet partes secundi centenarii, tunc sic proponenda erit quaestio:*

100 *dant partes abscissas, quot dabit* AC, *hoc est* 12 *pedes? Si tertio et ultimo, perpendiculum inter duos centenarios cadet, tunc* AB *esset aequalis distantiae* AC, *quod apprime semper notandum erit.* Or qui manifestamente si vede, sì dalla figura, come da quanto è scritto, che il Capra, stando nel punto C, vuole che lo strumento si costituisca non parallelo all'orizzonte ma per taglio, cioè eretto, perchè altrimenti il perpendicolo non taglierebbe il quadrante, nè avrebbe uso alcuno; ma se così ha da costituirsi lo strumento, e il punto C è nell'orizzonte, come taglierà il perpendicolo or l'uno or l'altro centinajo, se è impossibile che ne tagli alcuno? Ma quando pure, per fare ogni agevolezza al Capra, se li concedesse che il misurante in C stesse in piedi, sì che nel traguardare il punto B, la costa CD stesse alquanto inclinata, e il perpendicolo in conseguenza tagliasse l'arco del quadrante, i punti tagliati saranno per ordinario pochissimi e del primo centinajo, e solo taglierà il secondo quando la larghezza del fiume fusse minor che l'altezza di un uomo; ma quando anco tutti questi diverticoli se li concedessero per salvar pure e nascondere in qualche modo la sua nulla intelligenza, la distanza CA, e i punti tagliati dal perpendicolo, e il triangolo nell'orizzonte CAB, e quello che si forma sopra lo strumento, non hanno che far niente insieme, non possono servirci a cosa immaginabile, nè se risuscitasse Euclide potria trovare scusa che salvasse questa troppo semplice fanciullezza.

Bisognava, M. Capra, tener lo strumento equidistante all'orizzonte e non eretto, e proceder conforme alla mia operazione posta nel mio libro a car. 276, la quale voi nelle vostre parole immediatamente seguenti copiate per far piazza alla vostra ignoranza da potermi tassare e mordere, scrivendo così: *Potest hoc idem absolvi hac alia ratione, prout aliqui volunt, statuunt enim instrumentum in* A, *ita ut alter brachiorum recte respiciat* B, *alter vero* E, *tunc progressi ad*

punctum E, *ita disponunt instrumentum, ut alter brachiorum recte respiciat* A, *perque centrum instrumenti aspicientes punctum* B. *animadvertunt partes abscissas a radio visuali, per quas postea ratiocinantur ut superius dictum fuit: a quo quidem modo, ut pauca de illo subjungam, in maximam ductus sum admirationem, nec enim satis videre possum an isti revèra sic credant, an potius homines adeo crassi cerebri existiment ut pro libitu illis imponere liceat; quaeso enim qui fieri potest, ut in tanta partium angustia et multitudine mensoris oculus, nulla adhibita dioptra, non longe a vero aberret? quod si parvipendunt, revera nugantur, similiterque parvifieri merentur, et ideo utiliora inquirentes, haec missa faciamus.* Ora perch' io son quello che scrivo nel luogo citato del mio libro questo modo di misurare, e io son quello che in esso taccio l' applicare in tanta angustia di parti qualche diottra o traguardo, e niun altro autore ha mai scritta questa regola di misurare con questi difetti, fuor che io; però contro di me solo, circonscritto con queste condizioni individuanti, s' indrizzano le parole ingiuriose; e io con pazienza le ricevo, pur che colui che me le manda non recusi di soggiacere alla medesima sentenza, nè si adiri se vedrà osservata nei demeriti e nelle pene la nostra istessa geometrica proporzione; che è anco l' anima che informa tutto questo libro, che aviamo per le mani. Ha il Capra copiato il mio libro, lo ha in molti luoghi lodato e stimato, e ammirato tanto, che ha procurato di farselo suo, e con lo splendor di quello dar luce alle sue tenebre, e con le sue preziose spoglie vestire e ricoprire la nuda sua ignoranza; e nel denudar me, venutagli in mano una picciolissima macchia, quella sola mi vuol lasciar per mia parte, e per quella, e già del resto denudato, mostrarmi a dito per uomo contennendo. Io non so trovare con qual diabolica coscienza egli possa amar tanto le cose mie e odiar tanto me; nè so vedere qual cosa l' induca a non poter

tollerare che questo strumento sia creduto e ricevuto per opera mia, se non forse la di lui troppa eccellenza: ma che? tanto più acerba sarà la sua passione nel veder per tanti riscontri reso il mondo più che certo che egli è mio, quanto più egli si troverà averlo celebrato e esaltato; sì che più sicuro partito era per cibar la sua invidia l'intraprendere a biasimar e condennar l'opera mia (che forse vi averia trovato qualche attacco), che il mettersi ad una impresa così difficile, anzi impossibile, di volermi usurpare quello che infiniti sanno che è mio, e più persuadersi come cosa riuscibile, di poter far credere al mondo, sè esserne il vero effettore; non si accorgendo se non altro della manifesta contradizione, che egli contro di questo suo pensiero in questo medesimo libro apporta; poichè da quanto ei scrive nella dedicatoria apertamente si scorge come non possono esser più di 4 anni, che a questi studj di matematica si è applicato, deponendo in quel luogo aver fatti i suoi studj di logica e filosofia, ed esser già molto avanti negli studj di medicina, quando, persuaso da un luogo d'Ippocrate, si risolvette a volere studiare le matematiche: e non sendo egli al presente di età più che di 23 anni in circa, è necessario che pochi anni addietro si sia applicato alle matematiche. Ma che occorre andar per conghietture, se in quel medesimo luogo ei dice aver avuto per suo primo institutore Simon Mario Gutzenhusano alemanno, il quale venne in Italia solamente 5 anni sono? ma il mio strumento è 10 anni che va in volta; adunque se è invenzione del Capra, grandissimo miracolo sarà questo, che egli, 6 anni avanti che attendesse a questi studj, fosse inventor d'uno strumento, del quale dopo 4 anni di studio non intende pur un minimo uso. Ma tornando al mio instituto, m'incolpa il Capra che io creda di potere senza diottra o altro traguardo osservar l'incidenza del raggio della vista tra le minute divisioni del quadrante; ma chi

gli ha detto che io nel misurare non mi serva di traguardi o di diottra, e che nel mostrar queste operazioni ai miei scolari, io non gli mostri anco il modo di traguardare? Dirà forse aver creduto ciò perchè io non ne fo menzione nel mio libro; e perchè non riprendermi più presto di aver taciuta tutta la fabrica dello strumento, della quale questo apparato di traguardi è una minimissima particella? E quando ho io stampato il mio libro per farlo venale e darlo ad altri che ai miei scolari, insieme collo strumento fabricato, e con la pratica insegnatali anco con la esperienza e con la viva voce? E non ho io scritto nel mio libro, e mille volte detto in voce, che il libro senza lo strumento non serve a niente, e che anco il libro collo strumento, senza impararne gli usi dalla viva voce e dal vederli mettere in atto, è tedioso e difficile, e privo delle sue maggiori meraviglie? Se dunque così è, doveva il Capra, prima che venire a tassarmi, intendere dai miei scolari se io gli proponeva di dover osservar il taglio del raggio senza diottra; e poi sentenziar qual'era maggior balordaggine, o la mia in voler trovar tale incidenza senza traguardo, o la sua in creder che io avessi questa opinione. Ma poichè egli ha voluto, lasciando da una banda le mie regole, proporne delle più utili, sentiamole nel seguente suo capitolo; e poi ormai sazj di cose tanto scempie, ponghiamo fine a questa scrittura. Scrive dunque nel secondo capitolo così:

Idem interstitium inter duos terminos ejusdem plani, in quorum nullo observari possit, dum tamen in amborum directo accommodari valeat, invenire. Cap. 2. *Sint duo termini* A *et* B *in eodem plano, quorum cognoscenda sit distantia, tamentsi ad neutrum illorum accedi possit ob aliquod obstaculum.*

Ma prima che andiamo più avanti, avvertiscasi che il Capra nel dar le stampe delle figure allo stampatore ha (se io non m'inganno) posto nel suo libro in questo luogo

[illegible], e qui deve esser quella che ci [illegible] quali per la similitudine ha cam- [illegible] 68 e 77); ma però quando l'autore [illegible] in questo luogo la figura postavi da [illegible] due lettere e nell' angolo C porvi B, [illegible] un C, e nel resto sono l'istessa cosa. *[illegible] instrumentum in statione C, ita ut bra- [illegible] secundum rectam terminorum A et B, et [illegible] quodcumque signum F, cujus distan- [illegible] possit a te perdisci: sit autem distan- [illegible]; progressus in F, ita dispones instru- [illegible] brachium FG primum videas punctum A, [illegible] B, et in utraque observatione notabis partes [illegible], quae vel in utraque erunt primi vel [illegible], vel in una primi, in altera secundi.* Io non [illegible] di arte o scienza io debba riporre gli [illegible] in questo luogo dal Capra, e nei quali in [illegible] questo capitolo persiste; perchè, sì come [illegible] nel fabbricarsi malamente un capannon di [illegible] nel piantar male una steccaja pel suo [illegible] sariano ripresi da chi accusasse [illegible] intelligenza degli ordini di architettura, e [illegible] imperfetta perizia di fortificazione o castrameta- [illegible] dove nè pur ombra o vestigio alcuno è di [illegible] perspettiva, non posso ragionevolmente bia- [illegible] di avere in tali scienze peccato, non po- [illegible] mio cadere errore di geometria dove niente [illegible]: costui non è un sonator di liuto, che erri [illegible] nella battuta, nel contrappunto; erra nel tener [illegible] in mano, appoggiandosi le corde al petto, e [illegible] man destra alla tastiera. Vuole il Capra [illegible] sì come nella precedente operazione e nelle [illegible], misurar distanze poste nel medesimo [illegible]; e qui i termini A, B, C, F, sono tutti

nell' istessa superfice, e venendo nella stazione F, e tenendo, come dimostra la sua figura, non l'angolo dello strumento o centro del quadrante verso l' occhio, ma l' estremità di una delle sue coste, traguarda per essa le note A, B, e vuole osservare le sezioni del perpendicolo sopra il quadrante. Ma non vi accorgete voi, M. Capra, che restando l' angolo dello strumento più basso che l' estremità della costa, appresso la quale voi ponete l' occhio, il perpendicolo non può tagliare altrimenti il quadrante, ma casca fuori dello strumento? (dato però che voi non vogliate seppellirvi sotto terra, acciocchè i termini A, B fussero più alti dell' occhio vostro). Bisogna che voi tenghiate l' angolo dello strumento verso l' occhio, quando voi traguardate i segni posti nel piano orizzontale, se voi volete che il perpendicolo seghi il quadrante. Or direte voi che questo non sia un bel segreto? Vedete dunque che pur vi sono dei segreti a voi reconditi in queste misurazioni, li quali secondo la mia promessa vi anderò deciferando. Ma quando voi avrete, stando in F, traguardato i punti A, B, e tenuto lo strumento in modo che si facciano le sezioni, *utrum* se voi avrete rimediato all' altro non minor errore commesso pur nel tener solamente lo strumento in mano? E che cosa volete fare dei numeri tagliati così dal perpendicolo? niente. E che hanno che fare i triangoli AFC, BFC, formati in terra, con questi che si fanno sopra lo strumento? niente. E se non hanno che far niente, quanto benefizio vi apporteranno nel ritrovamento della distanza cercata? niente. Adunque, che cosa era meglio che voi faceste prima che venire a perdervi in questi laberinti? niente. È possibile che nel cavar questa dalla mia operazione posta a car. 278 non abbiate almanco inteso che lo strumento per misurar queste distanze orizzontali si colloca non per taglio ma in piano, cioè, non eretto all' orizzonte, ma parallelo? e che l' angolo si tien verso l' occhio e non verso

l'oggetto? ed eccovi il secondo non men bel segreto. Credo che se ci era al mondo un terzo modo di potere errare nell'applicazione di questo strumento all'uso, il Capra non l'averia certo lasciato indietro per danari. Seguita poi così:

Sint autem primum in utraque observatione secundi centenarii; supponamus itaque quod dum respicimus terminum A, *abscindantur* 80 *partes, dum vero terminum* B 40, *sic procedendum erit: partes abscissae dant* 100, *quot dabit distantia* CF? *scilicet* 30; *duces enim* 100 *in* 30, *productum erit* 3000, *hunc numerum primum divides per* 80, *quotiens erit* 37 1/2; *mox per* 40, *habebisque* 75; *subduces* 37 1/2 *ex* 75, *residuum erit* 37 1/2: *quare inquies, distantiam* AB *esse pedum* 37 1/2. Gran durezza di destino contra il Capra, poichè nel suo parlare alla ventura (poichè per dottrina non può nè pure aprir la bocca) anco nei dilemmi, che non possono stare in più di due modi, mai non si abbatte a indovinare il vero. E lasciato per ora di replicar che questi punti tagliati così dal perpendicolo siano totalmente inutili pel suo bisogno, anzi ritenendogli come buoni, veggiamo in qual maniera il Capra se ne serva: e prima non è dubbio alcuno, che trovate che si siano le due lontananze CA e CB separatamente, e sottratta l'una dall'altra, resta la distanza BA, ed è parimente verissimo, che moltiplicando l'intervallo FC per 100, e dividendo il prodotto per li due numeri dei punti del quadrante, si hanno le dette due lontananze CA, CB. Ma questa regola non è vera se non quando i punti tagliati sono, non del centinajo nominato dal Capra, ma dell'altro, nel quale i punti tagliati nel traguardo FA sono manco che i punti del traguardo FB; e come non si è accorto il Capra, che ponendo egli esser nel traguardare A tagliati punti 80, e nel traguardare B 40, nel venir poi al computo la distanza CA gli tornava 37 1/2 e CB 75? ma così fa chi non intende

nulla. Avete dunque, M. Capra, scambiata l'un'ombra dall'altra, e applicato all'una il computo che serve per l'altra; le quali due cose bisogna rimutare, se volete che quel che resta per l'intera operazione di questo primo modo di misurare, posto da voi in questo secondo capitolo, sia medicato, e però intorno ad esso non vi dico altro; ma passo al secondo modo, il quale introducete con queste parole e con questa figura a capello rappresentata (Tav. XII, Fig. 69): *Verum enimvero si liceret quidem usque ad terminum* B *accedere, non autem esset possibile constituere lineam perpendicularem ad ipsum* B (non sono le linee perpendicolari ai punti, ma all'altre linee o alle superficie, e però doveva dire: *ad ipsam* AB *ex* B ec. *non ad ipsum* B), *sed propter loci angustiam necessum esset versus* D *procedere, tunc firmato instrumento in puncto* B, *ita ut recta etiam respiciat punctum* D (e con che? e perchè? con niente, e per niente), *per brachium instrumenti* BC *respiciendo punctum* A (non potrà dunque con alcuna delle sue parti *respicere recta punctum* D) *observabis partes abscissas à perpendiculo, quae sint, e. g.*, 40; *progressus vero ad punctum* D *per brachium* DE, *iterum aspiciendo terminum* A, *denuò notabis partes abscissas, quae sint* 20, *sit vero distantia* DB *pedum* 15. In somma non ci è mezzo che il Capra voglia tener lo strumento altrimenti che a rovescio secondo l'uno e l'altro verso; e perchè? per scriver mostruosità di questa sorta. Qui tenendo lo strumento coll'angolo verso il termine A, bisogna sotterrarsi due volte in B e in D chi vuol che il perpendicolo tagli il quadrante, e quando poi l'averà tagliato, potremo buttare in un pozzo i punti segati, insieme col perpendicolo e con tutto lo strumento, come cose inutili al nostro proposito; sono qui dunque tutte le medesime esorbitanze circa l'applicare all'uso lo strumento, che nell'operazione precedente, e però non occorre replicarci altro, ma passare a vedere se, dato che i punti fussero ben trovati, sono poi bene applicati alla regola, o pur secondo

l'usanza fuori di proposito. Seguita dunque così: *Quoniam haec operatio per numeros est satis laboriosa, primus enim numerus in se ipsum ducendus esset, productum esset* 1600, *cui addendum esset quadratum ipsius* BD, *scilicet* 225, *summa esset* 1825, *hujus numeri indaganda esset radix quadrata, nempe* 42, *haec ducenda esset per* 15, *productum erit* 630, *quod dividendum foret per* 20, *per differentiam scilicet acceptarum partium, productumque ostenderet distantiam* AB. In questa regola di computare è copiata *ad unguem* quella che io metto nella terza mia operazione per misurar le distanze, posta nel mio libro a carte 276, e perchè nell'esempio, che io pongo, metto che la distanza tra le stazioni B, D sia cento passi; ed essendo in oltre cento ancora le divisioni dell'una e dell'altr'ombra del quadrante, e occorrendo servirsi nel calcolo ora del 100 dei passi e ora del 100 del quadrante, il buon Capra non intendendo niente, e guidato dalla sua perfida stella, che non lo lascia indovinare, ha creduto che io mi prevaglia sempre del 100 come numero dei passi, e ha inserito nella regola mia, buona, una solennissima pecoraggine, per la quale ha resa la regola scritta da lui falsissima; e dove dice che al prodotto del primo numero multiplicato in sè, cioè a 1600, *addendum esset quadratum ipsius* BD, *scilicet* 225, non è vero, ma bisogna

l'ha poi in conseguenza trasferito nella regola, che ei soggiugne per trovar il medesimo col mezzo del Compasso e delle linee solamente, senza altre manifatture di numeri; il qual modo è pure *ad verbum* copiato da quello che scrivo io nella mia medesima operazione sopracitata, ma però messo da me senza errore, il quale si lascia alle aggiunte dal Capra. Terrete dunque bene a memoria, M. Capra, come si ha da aggiugner sempre il quadrato dell' intero centinajo, e non il quadrato dei piedi BD, e questo per voi non è picciol segreto.

Torna poi di nuovo, pur nell'istesso capitolo, a misurare una distanza tra due luoghi, e ne pone la seguente operazione e figura trascritta puntualmente dalla sua (Tav. XII, Fig. 70). *Insuper si necessum esset observare distantiam* AB, *nec esset possibile per rectam lineam istos duos terminos* A, B *aspicere, ut apparet in exemplo, nec enim ex loco* C, *nec ex loco* D *id fieri potest, ideo sic procedendum erit; constituti in statione* D, *ita ut per lineam rectam videamus terminum* A, (quasi che si potesse vedere per linea non retta) *et per aliam quodcumque signum* C, *per brachium instrumenti* DE *aspicientes terminum* B, *notabimus partes abscissas a perpendiculo: sint autem, e. g.*, 88; *tunc progressi ad stationen* C, *ita ut linea* CD *sit ad angulos rectos cum linea* DA, *per brachium instrumenti* CF *aspicientes terminum* A, *notabimus partes abscissas a perpendiculo, quae sint* 38; *ulterius etiam mensurabimus distantiam* CD, *quae sit pedum* 60. Persiste, come si vede, nelle medesime inezie, di ritener pur lo strumento non con l'angolo verso l'occhio, ma con l'estremità della costa, e non equidistante all' orizzonte, ma eretto: ed essendo impossibile che sia dal perpendicolo tagliata la circonferenza del quadrante, s' immagina pur che ella sia tagliata, e che quei numeri dei punti gli possano servire al suo bisogno, ancor che niente facessero al proposito, quando bene fussero dal perpendicolo segati; e oltre a queste esorbitanze

ne introduce alcune altre, come è il por la distanza CD senza alcuna limitazione, la quale però dee esser tale e tanta, che li due raggi DA, CB venghino ad esser tra di loro paralleli, e ad angoli retti sopra la linea DC, il che egli non ha nè detto, nè avvertito, poichè nella scrittura non ce ne è menzione, e nella figura si veggiono le linee DA, CB, che non sono equidistanti; adunque la stazione C si dee con diligenza investigare e non a caso porre, la qual cosa sin qui è stata segreta al Capra, e tutta questa farragine di stravaganze depende dal non aver inteso niente la mia operazione posta a car. 278, la quale ha voluta copiare in questo luogo: io non so poi perchè abbia tralasciata la operazione numerale postavi pur da me assai chiaramente, e solo ci abbia trasferita a parola a parola l'invenzione di questa medesima distanza col mezzo del Compasso e delle linee aritmetiche, messa da me nel medesimo luogo. Finalmente per l'ultima operazione di questo capitolo, mette l'ultima del mio libro, persistendo però nelle medesime esorbitanze circa il tenere lo strumento al contrario; e più, pretermette il computo numerale posto da me, forse perchè è troppo difficile, sebben per lui tutti sono difficili egualmente, e solamente ne trascrive *ad unguem* il conto ritrovato col mezzo delle linee aritmetiche. Eccovi, giudiziosi Lettori, dato in questi due primi capitoli un poco di saggio delle cose più utili ritrovate dal Capra, dopo che egli si ha burlato di me, e chiamatomi degno di disprezzo, e tassato di inavvertenza per avere tralasciato di parlare del traguardo col quale io osservo l'incidenza del raggio sopra le divisioni del quadrante.

E qui vorrei che il Capra medesimo, per via della regola aurea, mi facesse un altro computo, ma lo vorrei giusto e retto, e che dicesse: Se al Galilei, vero e legittimo inventore di questo strumento, e di tante sue mirabili ope-

razioni descritte ed esplicate da lui senza errore alcuno, per aver solo lasciato indietro un capello (che altro non è una piccola setoletta, la quale io uso per traguardo) se gli conviene di esser notato per inconsiderato, schernitore e degno di disprezzo; che si perverrà al Capra, il quale usurpandosi quest'opera, e chiamando il suo vero inventore sfacciato usurpatore, e indegno di comparire tra gli uomini ingenui, l'imbratta di innumerabili e gravissimi errori, non in un solo capello manca, ma la totale intelligenza dell'applicazione di questo strumento alle sue operazioni nè pure un capello intende? Io non saprei fare questo computo, nè so numerare l'innumerabile, e se bene io sapessi, non voglio; vorrei che il Capra medesimo, almanco dentro della sua coscienza, lo calcolasse; che io so bene, che quando ei volesse con giusta libra pesare il suo grave demerito, non mi daria titolo di oblatratore di livido morso, quale egli si era per sè stesso pronosticato che io gli dovessi essere per la publicazione di questa sua opera, ma conoscerebbe come io astretto da estrema necessità, ho procurato quel restauramento, che all'onor mio troppo obbrobriosamente da lui calpestato (1) era necessario; anzi di più, manifestamente scorgeria di quanto più gran giovamento all'onor suo gli sarei stato io nel fargli supprimer e levar dalla vista del mondo sì gran moltitudine di errori, che nel suo libro si ritrovano (testimonj irrefragabili del non sapere egli più ciò che in questo strumento o in tutto il resto delle matematiche si contenga, di quello che ei sa di presente ciò che si tratta sotto il Polo Antartico), che le persuasioni dei poco o nulla intendenti, che alla publicazione di quelli l'hanno persuaso e promosso: gli sarei stato, dico, quando l'ardente suo desiderio di sparger pel mondo la mia ignominia non l'avesse così subitamente, e anco

(1) Vedi la Prefazione *ad Lectorem*.

contro al divieto della giustizia, sospinto a far volar buon numero dei suoi libri per diverse parti d'Italia e di tutta Europa, e in particolare in mano di quei Signori, appresso i quali ei sapeva ritrovarsi i miei libri e strumenti da me ricevuti; perchè quando ciò non fusse seguito, ma che insieme con tutti i suoi libri si fusse potuto il suo vero e il mio indegno obbrobrio supprimere, io, senz' alcun dubbio, mi sarei parimente astenuto dallo scriver con tanto mio tedio la presente necessaria difesa: la quale siccome non può parere agra a chi, spogliato di passione e interesse, la mia giustissima causa considera, così non doverà gravare il medesimo Capra, poichè gli porge occasione di avanzarsi nelle scienze matematiche in questa breve lettura incomparabilmente più di quello che nello studio di molti anni non si è avanzato.

Volevo, cortesi Lettori, finir qui, nè più tenervi occupati nell'ascoltar gli altri errori, dei quali sono sparsi i rimanenti 17 capitoli posti dal Capra pur del misurar con la vista; li quali volentieri averei pretermessi, non tanto per liberarmi da questo impaccio, quanto perchè non sono intorno a cose tratte dal mio libro (fuor che i computi fatti con lo strumento quali son presi da me), ma dai libri dell' Eccellentiss. Sig. Antonio Magini matematico di Bologna,

quello che egli ha stampato esser opera del suo Maestro; ad altri predica che questo strumento è invenzione di Tico Brahe, e per Padova comunemente va dicendo che io ho presa questa invenzione da un libro per avanti stampato e publicato in Germania in lingua tedesca, il quale a confusion mia vuol far venire e farlo vedere a tutti; e non considerando che quanto ei dice è egualmente pregiudiziale all'onor mio e al suo (non avendo egli nel suo libro nominato altri che sè per autore di quest'opera), su la speranza che qualche osso o lisca possa attraversarsi in gola a me, si mette a inghiottire bocconi mal masticati e ossi molto duri da rodere: o pure vorrem noi credere, che egli alla caduta della sua reputazione, che da troppo alto precipizio rovina nel concetto degli uomini, vada mettendo sotto, per ritardar la percossa, guanciali di vane speranze e di giustificazioni da paesi lontani aspettate? sì come quelli che da un alto edifizio dovendo saltare a basso, per non ricevere così dura percossa, con paglia o fieno o altra materia cedente si fanno stramazzo. Verrà dunque il libro stampato in Alemagna, e per quanto intendo il Gromo ne sarà apportatore; ma bisognerà che il Capra sia di questo secondo miglior custode che dell'altro, il quale già ebbe (che pur è forza che egli altra volta l'abbia avuto, poichè sa, come in quello si contiene quanto io ho dato fuori per invenzione mia), per poterlo mostrare a chi non credesse alle sue semplici parole. Per questo rispetto dunque, e oltre a ciò per non mancare a quanto di sopra mi obbligai, che fu, se ben mi ricordo, di far costare come nel libro del Capra niente vi era del suo, dagli errori in poi, non posso restar di far palesi i luoghi, onde le cose che restano sono copiate, e gli errori del Capra disseminativi, tenendovi ancora per breve tempo occupati in altre inezie, *Degne di riso e di compassione.*

Già di sopra si è parlato intorno al primo ed al secondo capitolo quanto bastava.

Nel terzo capitolo del Capra sono trasportate tre proposizioni del Magini, cioè l'undecima, la decimaquarta e la decimasettima, del primo libro *De Distantiis;* solo vi mette il Capra di suo l'errore che è in quelle parole della prima di queste operazioni: *Si vero secuerit primum centenarium, ut exempli gratia* 70, *tunc sic procedendum erit: primum debes elicere radicem quadratam ex quadrato perpendiculi* ED: dove bisognava dire: *debes elicere radicem quadratam ex aggregato quadratorum integri centenarii et numeri* 70. Erra parimente nell'altra operazione, quando dice: *Primo autem ponamus, quod in utraque statione perpendiculum intersecet secundum centenarium in* F *quidem* 93, *in* A *vero* 48; la qual cosa è impossibile che avvenga, cioè che siano tagliati più punti in F che in A, ma accade tutto l'opposito. Erra ancora poco più a basso, dove scrive: *Quare dices distantiam* FB *esse pedum* 41, dove non è vero che dalla operazione scritta si trovi la distanza FB, ma la AB (e avvertiscasi che niuno di questi errori, nè, per mio parere, alcun altro, sono nei libri del Magini). Copia poi l'altra operazione senza errori, ma a sproposito di questo luogo, trattando di materia differente dalla proposta in questo capitolo, nella quale ei fa passaggio, senza pur dir quello che egli intenda di voler fare. I calcoli poi, che egli e qui e

omnino eadem ac in proximo superiori casu, quare ab exemplo abstinendum credo. Questo che ei dice è falsissimo, e chi seguisse questa falsa dottrina troveria la distanza cercata nel sopraposto esempio esser più di 9. La quale secondo il vero è manco di 6, ma perchè il Magini nell'esplicar questo caso ha scritto: *Operatio est fere eadem*, seguendo poi di esplicarla bene, il Capra per abbreviare ha fatto che *operatio sit omnino eadem.*

La seguente quinta del Capra è la 22 del Magini.

Nella sesta del Capra sono la 24 e la 26 del Magini.

La settima del Capra è la 28 del Magini.

L'ottava del Capra è la terza del Magini, *De Altitudinibus.*

La nona del Capra, è la sesta del Magini, ma con un poco di giunta nel fine: perchè chi operasse secondo le parole del Capra: *iterumque dicendum, si quartus numerus mox indagatus dat* 100; faria una falsissima operazione; ma bisogna *ex numero mox invento demere partes abscissas in viciniori statione, deinde dicatur; si hoc residuum dat* 100, *quot dabit etc.* Ma quando da niun'altra cosa avesse il Capra saputo accorgersi dell'errore, doveva pur comprenderlo da questo, cioè, che l'osservazione fatta nella stazione più vicina saria stata superflua non entrando nel computo: onde anco i piedi o passi della distanza tra le stazioni erano inutili, e potevano porsi ad arbitrio 10, 20, 100 o 500, e sempre il conto saria tornato giusto. E così ponendo per esempio che i punti della stazione più vicina fussero 80, gli altri della stazione lontana 90, e la distanza tra le stazioni piedi 40, operando secondo il Capra, l'altezza cercata si troveria 36 piedi, la quale secondo la retta operazione, e secondo la verità, è più di 129.

Ma quelle, che egli scrive nel capitolo decimo, son veramente cose ridicolose: ha in quel luogo voluto trasportar la regola per investigar una parte di un'altezza stando

nel piano e lontano dalla base di quella per una conosciuta distanza, posta dal Magini all'ottava proposizione *De Altitudinibus:* ma perchè il Magini in quel luogo, per non replicar due volte la medesima cosa, si rimette a quello che ha messo innanzi nella sesta proposizione *De Distantiis*, dicendo che le regole scritte quivi e accomodate per le misure in piano orizzontale, servono ancora qui per quest' altezza; il Capra non avendo saputa far questa applicazione, benchè facilissima, ha ripieno questo capitolo di falsità, la prima delle quali è in quelle parole: *Abscindat primo in utraque observatione primum centenarium; ita dicendum: si differentia partium abscissarum in utraque observatione dat* 100, *quot dabit distantia* CB? la qual cosa è falsissima; perchè, *non ut dicta differentia ad* 100, *ita est distantia* CB *ad altitudinem* BA *quaesitam*, ma è tutto l'opposito, *nempe ut centum ad illam differentiam, ita distantia* CB *ad quaesitam altitudinem;* onde chi operasse secondo la regola del Capra e l'esempio da lui posto, troveria la detta altezza esser più di 191, la quale, operando conforme al vero modo, è meno di 53; ma perchè io son certo che il Capra non può scrivere una sola parola, la quale egli o bene o male non cavi da altri, mi sono accorto, nel vedere il detto luogo del Magini, di dove il Capra abbia cavato il suo errore: imperocchè scrivendo il Magini così: *Notenturque partes* Hl. *differentiae utriusque intersectionis. Ad has enim eam habet proportionem totum latus* (*nempe* 100) CG, *quam habet distantia* CE *ad altitudinem* AB; dove notandosi dal Magini i primi tre termini dei quattro proporzionali, nel primo luogo vien nominata la detta differenza delle parti, nel secondo tutto il lato, cioè 100, e nel terzo la distanza CE. Il buon Capra non pensando al senso delle parole del Magini, o (per dir meglio) non le intendendo, e solamente considerando l'ordine di primo, secondo e terzo, secondo il quale tali termini sono connumerati, non ponendo mente a troppe

grammatiche, nè a casi retti o obliqui, ha fatto conto che sia scritto: *hae enim eam habent proportionem ad totum latus* CG *quam habet distantia* CE *ad altitudinem* AB. Passa poi avanti, e (quello che ei non ha fatto in molte delle precedenti operazioni) vuol dichiarar questa coll' esempio, per aggiugnerci, guidato dalla sua stella, altri mancamenti; e scrive così: *Sed lubet hoc loco uti exemplo, ne, dum nimiam brevitatem desideramus, obscuritatem consequi videamur. Sit itaque distantia* CE *per mensurationem nota pedum* 86, *partes abscissae in prima observatione ut puta* CA 15, *in secunda* CB 60; la qual cosa è impossibile che accada, cioè, che (tagliando il perpendicolo, come egli suppone, il primo centinajo) nel traguardare il punto più alto A tagli minor numero, e nel traguardar il più basso termine B tagli numero maggiore di punti; ma è necessario che avvenga tutto l' opposito come ognuno, benchè superficialmente intendente, può benissimo vedere: talchè sin' ora il Capra, e nel dar la regola ha scritto il falso, e nello esemplificarla ha posto il contrario del vero; dal qual modo di operare viene a insegnarci che l' altezza cercata sia 191 piedi, non sendo ella più di 52 1/3. Seguita poi: *Quod si secundo intersecet in utraque statione secundum centenarium* ec.; dove egli dice, che queste operazioni che restano, dependono dal suo cap. 9, il qual capitolo non ha che fare in questo proposito; e però credo che abbia voluto citare il cap. 2, e se così è, non meno che nel primo caso, viene a pigliare in questo secondo ancora i termini al contrario, dal che la operazione ne viene esorbitantissima. Mette poi nel fine di questo medesimo capitolo l' undecima proposizione del Magini.

La undecima del Capra è la duodecima del Magini.

La duodecima del Capra è la decimaquinta del Magini.

Nel capitolo 13 del Capra sono la 17 e la 19 del Magini.

La 14 del Capra è la 21 del Magini.

La 15 del Capra è la 22 del Magini.

La 16 del Capra è la 24 del Magini.

Nel cap. 17 del Capra si contengono la seconda e la quarta del Magini, *De Profunditatibus.*

La 18 del Capra è la sesta del Magini, ma con l'aggiunta di un errore del Capra, il quale volendo mettere un poco d'operazioncella fatta sopra le linee aritmetiche, si perde, e dovendo pigliare sopra le dette linee, messe a squadra, l'intervallo della metà del numero della distanza AC, che è la lunghezza della declività del monte, scrive che *excipiatur intervallum inter dimidium partium abscissarum*, che sono i punti tagliati dal perpendicolo sopra lo strumento, il che saria error grande e l'operazione falsa.

La decimanona e ultima del Capra è la nona del Magini; e tutte queste regole non solo quanto all'essenza delle operazioni, ma per lo più ancora quanto alle parole stesse son copiate dai luoghi citati: avvertendo però, che mettendo il Magini due regole da misurare, una col quadrante e l'altra col quadrato geometrico, e mettendo sempre innanzi le operazioni del quadrante, i titoli di queste operazioni poste dal Capra si trovano per lo più nelle operazioni del Magini fatte col quadrante, e però nella ope-

stimonio, concludendo la sua prefazione con queste parole: *Interim te compello et rogo, candide Leotor, ut has meas lucubrationes boni, aequique consulas; quod si facies, ut in posterum majora his audeam, non minimam occasionem paries.* E qui sarebbe il luogo e il tempo di esaminare qual fusse il meritato castigo della sua temerità; ma ciò non farò io; facciane il giudizio la prudenza vostra; anzi pur voglio che siamo così benigni e pietosi giudici, che ci contentiamo che questo reo alla sola sentenza da sè medesimo contro il suo gravissimo delitto pronunziata soggiaccia, che è: QUI ALTERIUS INVENTIONEM IMPUDENTER SIBI ARROGANT, PATEFACTO VERO ET GERMANO EFFECTORE, MAGNO SUO CUM DEDECORE ERUBESCANT, ET CORAM LITERATIS ET CANDIDIS VIRIS POSTHAC SE OFFERRE AMPLIUS NON AUDEANT (1).

Fede degl'Illustriss. Sigg. Podestà e Capitano di Padova.

Padova, li 23 Giugno 1607.

Noi Almorò Zane Podestà, e Zuanne Malipiero Capitano, per la Ser. Signoria di Venezia ec. Rettori di Padova, facciamo fede publica colle presenti, che le sottonominate fedi e scritture presentate nella Cancelleria nostra Pretoria sono di nostro ordine, ad instanza dello Eccellentiss. D. Galileo Galilei, state dalli autori o esibitori di esse riconosciute per vere, e per incontro fatto nelle parti citate nell'opera presente del medesimo Galilei ritrovate concordi; onde in confermazione della verità, a notizia e requisizione di ciascheduno, restano riservati gli originali presso l'ordinario Notaro Coadjutore dell'istessa Cancelleria nostra. In quorum etc.

Nota delle fedi e scritture, delle quali sopra.

Una fede del Cl. Sig. Giacomo Aluise Cornaro, fatta sotto li 15 Aprile 1607 in Padova, con la contestazione del Sig. Francesco del Clarissimo Sig. Taddeo Contarini.

(1) *Nella seconda lettera in fronte al libro del Capra.*

Una fede del Sig. Giacomo Badoere fatta in Padova li 13 Mag. 1607.

Una fede di Domino Marc'Antonio Mazzoleni sotto li 24 del medesimo, in Padova.

Una fede del Cl. Sig. Giacomo Alvise Cornaro sotto li 6 Aprile passato, in Padova.

Una lettera del Cl. Sig. Giacomo Alvise Cornaro scritta al Sig. Aurelio Capra sotto li 4 del medesimo.

Una fede del Cl. Sig. Giacomo Alvise Cornaro sotto li 14 dell'istesso in Padova, con l'attestazione del Sig. Pompeo de' Conti da Pannichi.

Due quesiti di mano del Cl. Sig. Giacomo Alvise Cornaro, fatti all'autore d'ordine di Baldessar Capra.

Copia d'una lettera di mano del Rev. D. Antonio Alberti scritta al Clarissimo Sig. Gio. Malipiero sotto li 17 Dicembre 1604.

Alcuni scritti a mano riconosciuti da M. Gasparo Pignani per quelli istessi che ebbe già 5 anni sono dal Sig. Michele Victor Vustrou di Brunsvich, il qual Signore disse avergli ricevuti nell'istesso tempo da M. Giovanni Eutel Zieckmeser fiammingo.

Alcuni scritti vecchi sopra l'uso del Compasso Geometrico e Militare dell'Autore, presentatici dal Cl. Sig. Giacomo Alvise Cornaro, qual disse averli ricevuti dal detto autore sei anni avanti.

Una lettera Apologetica di Don Girolamo Spinelli.

Almorò Zane Podestà.

Zuanne Malipiero Capitano.

Giorgio Vecchioni *Cancelliero Pret. sottoscrisse e sigillò.*

INDICE

DELLE MATERIE CONTENUTE NEL PRESENTE VOLUME.

In Fine del Volume
Dodici Tavole di Figure Geometriche.

Correzione a pag. 24, ultima riga.

invece di

(1) Tab. 1, Fig. 1. (2) Tab. 1. Fig. 2.

leggasi

(1) Tab. 1, Fig. 2. (2) Tab. 1, Fig. 1.

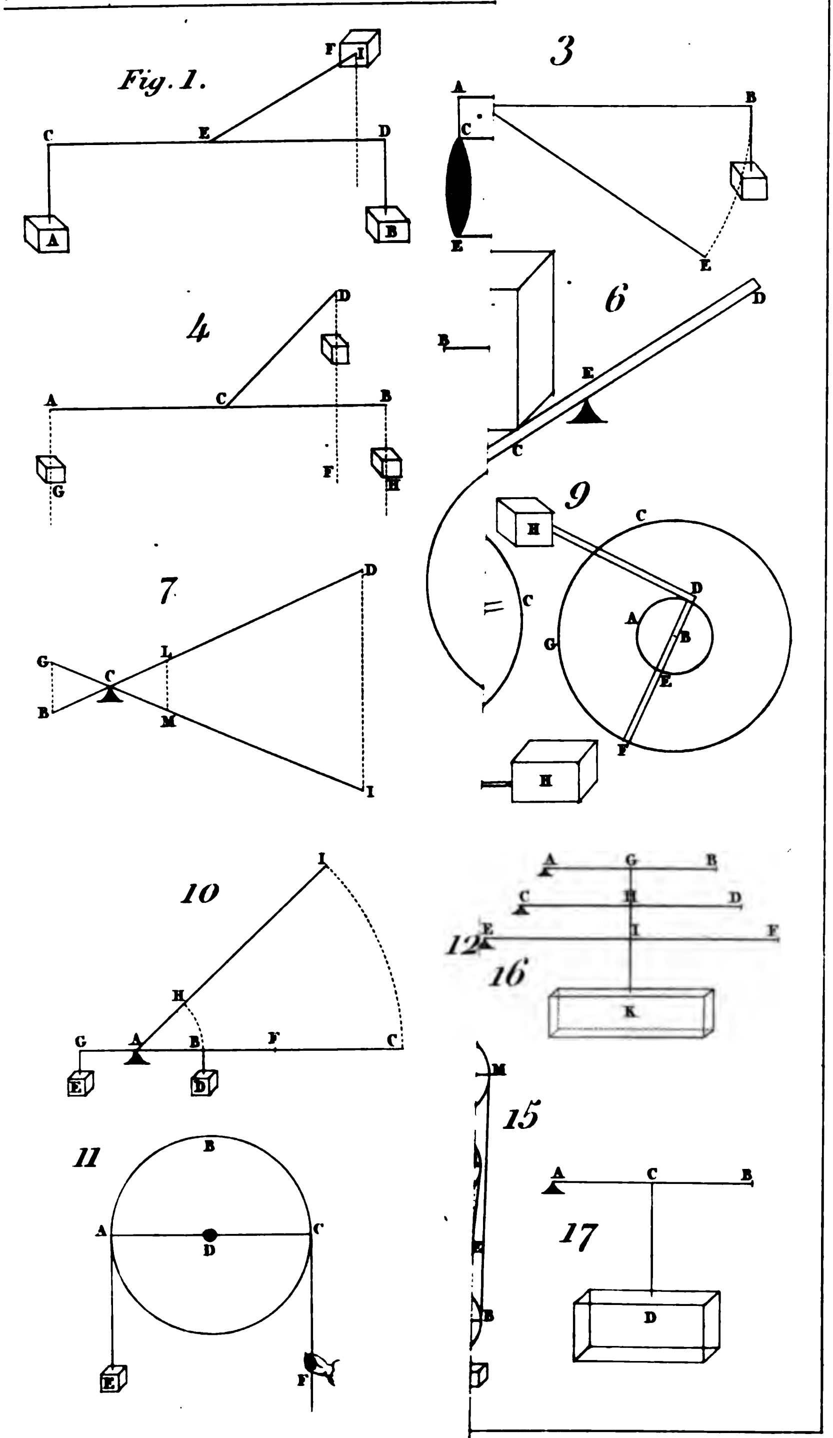
Correzione a pag. 24, ultima riga.

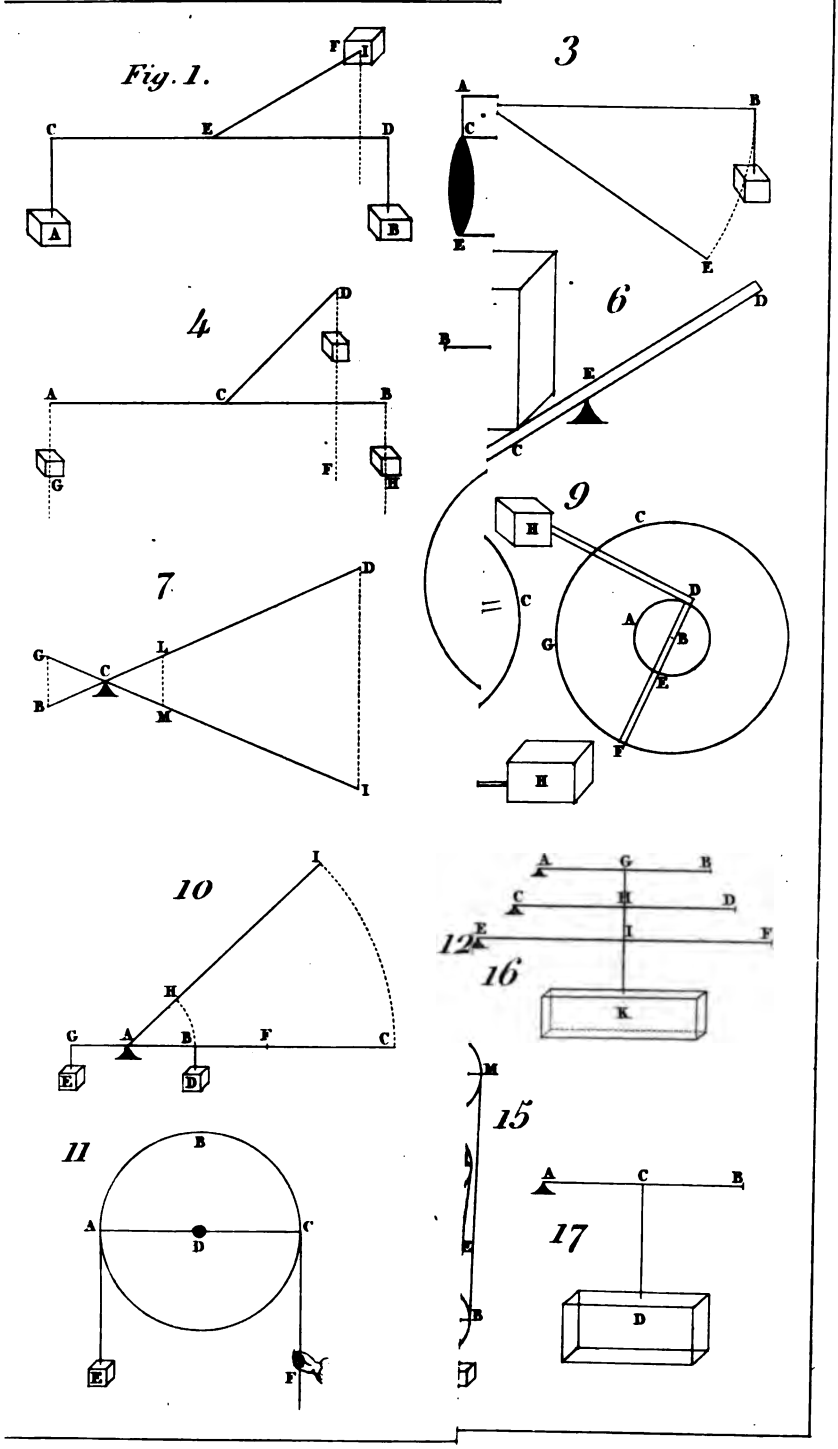
invece di

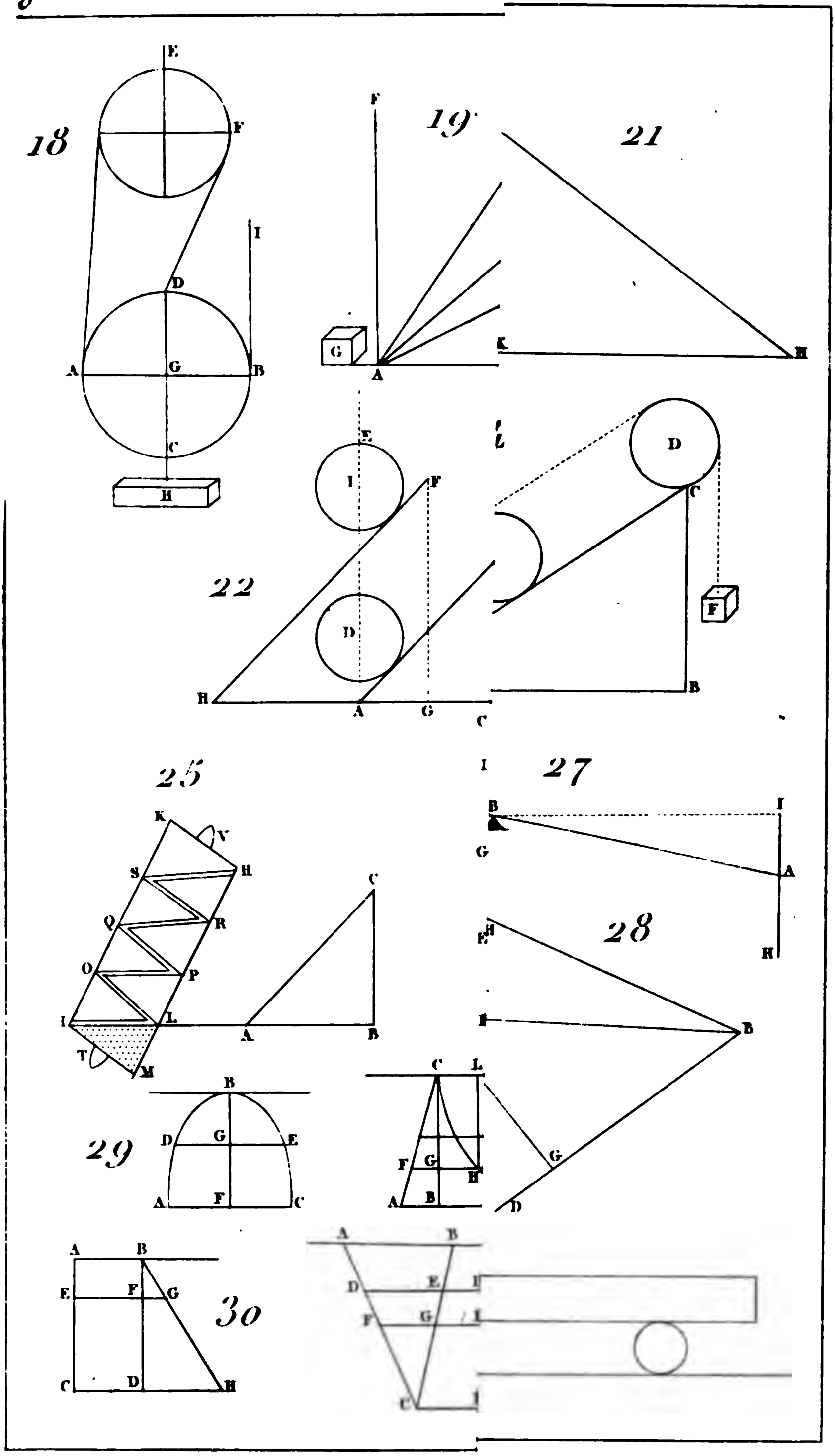
(1) Tab. I, Fig. 1. (2) Tab. I, Fig. 2.

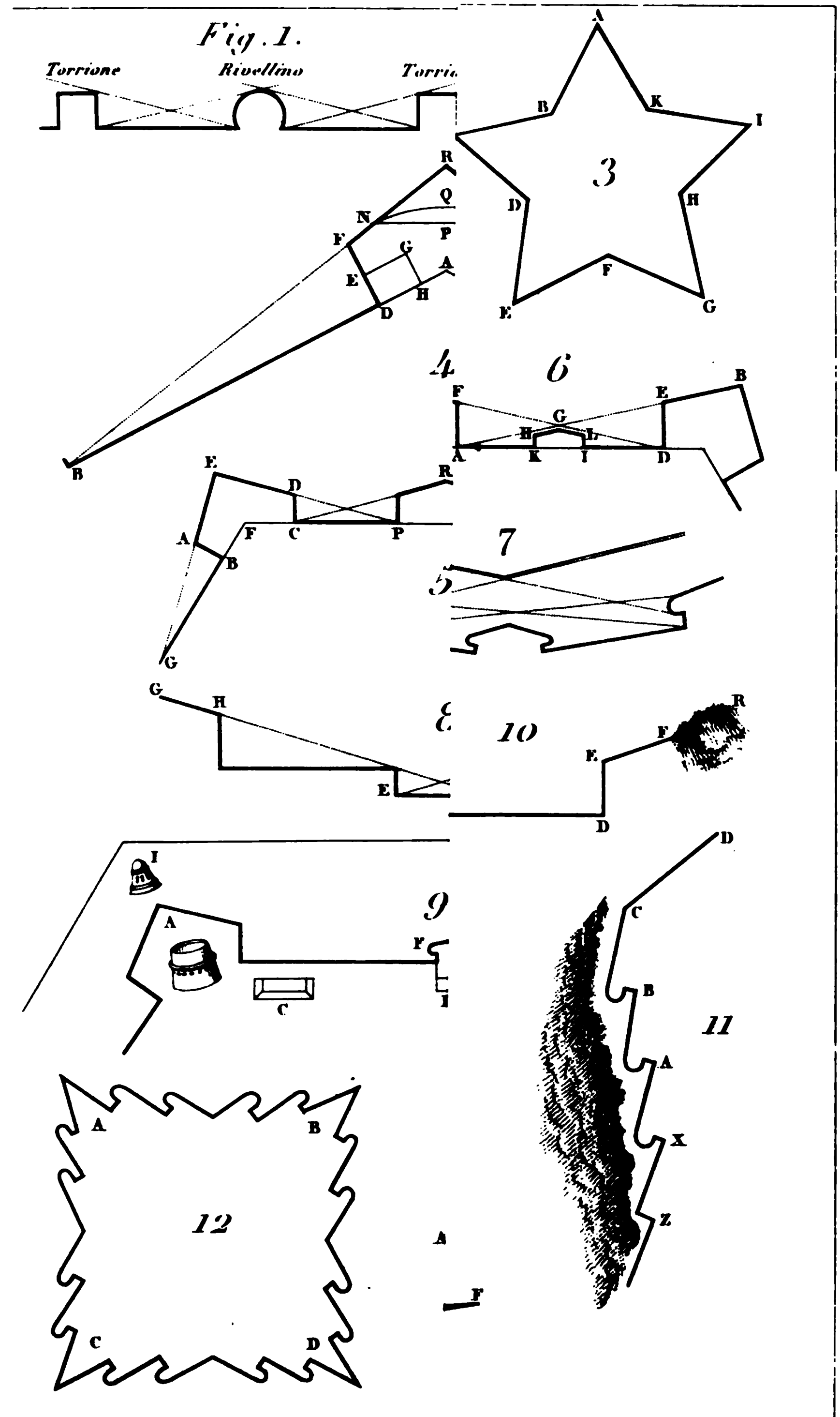
leggasi

(1) Tab. I, Fig. 2. (2) Tab. I, Fig. 1.

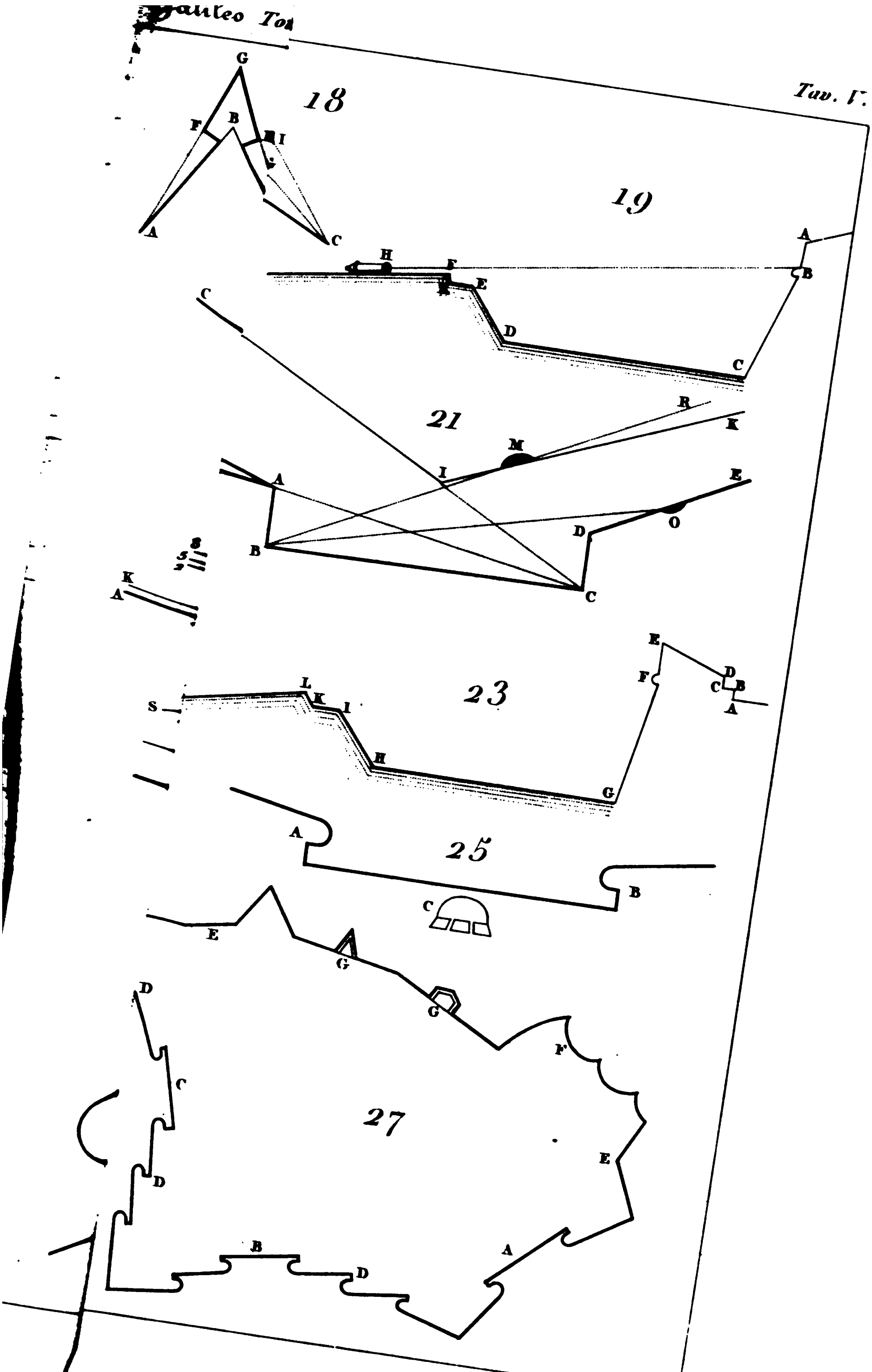

Fig. 1.
3
4
6
7
9
10
11
12
15
16
17

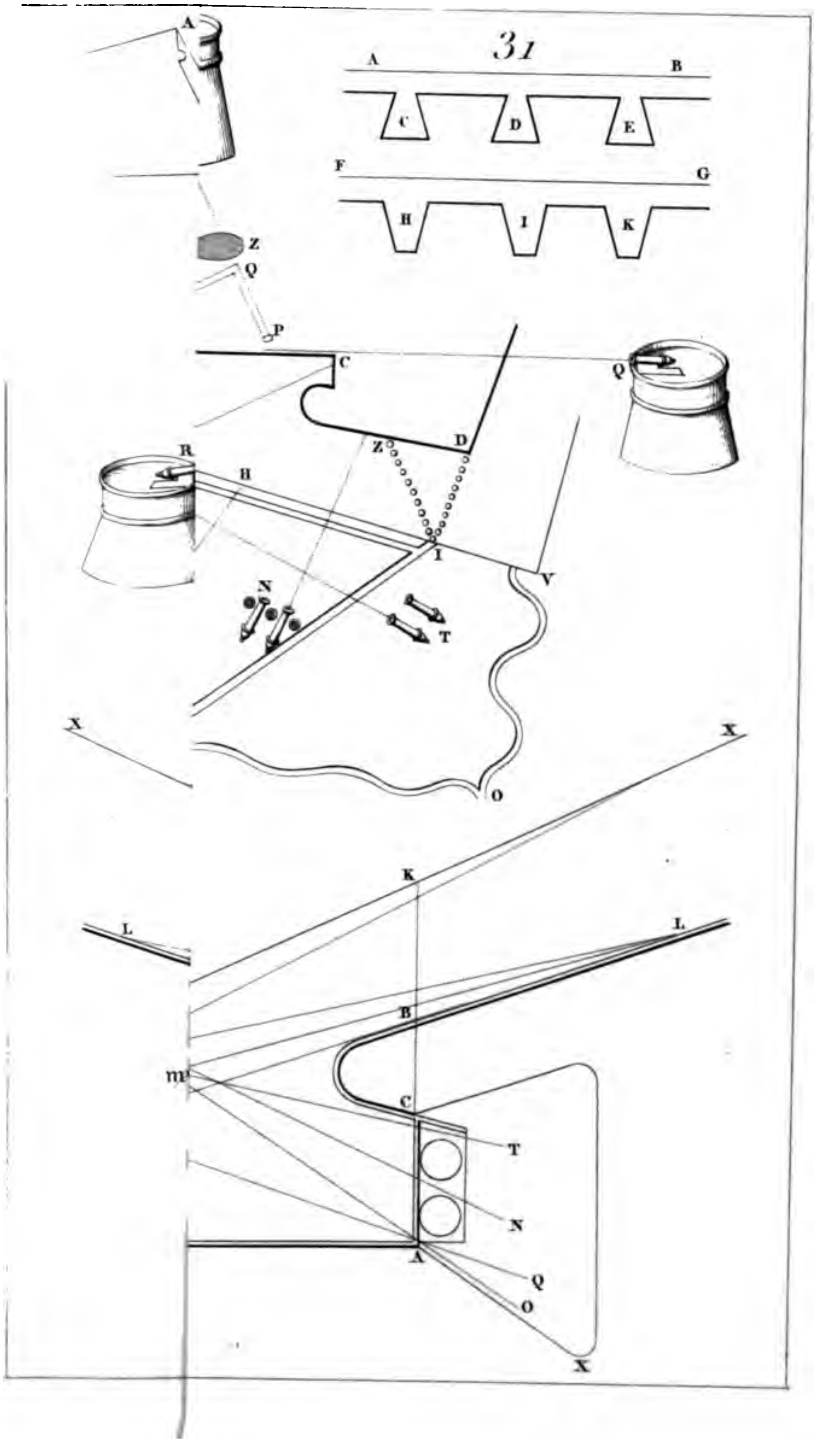

Fig. 1.
F I C E D A B
3
A C B E
4
D A C B G F H
6
B D E C
7
D G L C B M I
9
H C D A G B E F H C
10
I H G A B F C E D
12
16
A G B C H D E I F K
15
M E B
11
B A D C E F
17
A C B D

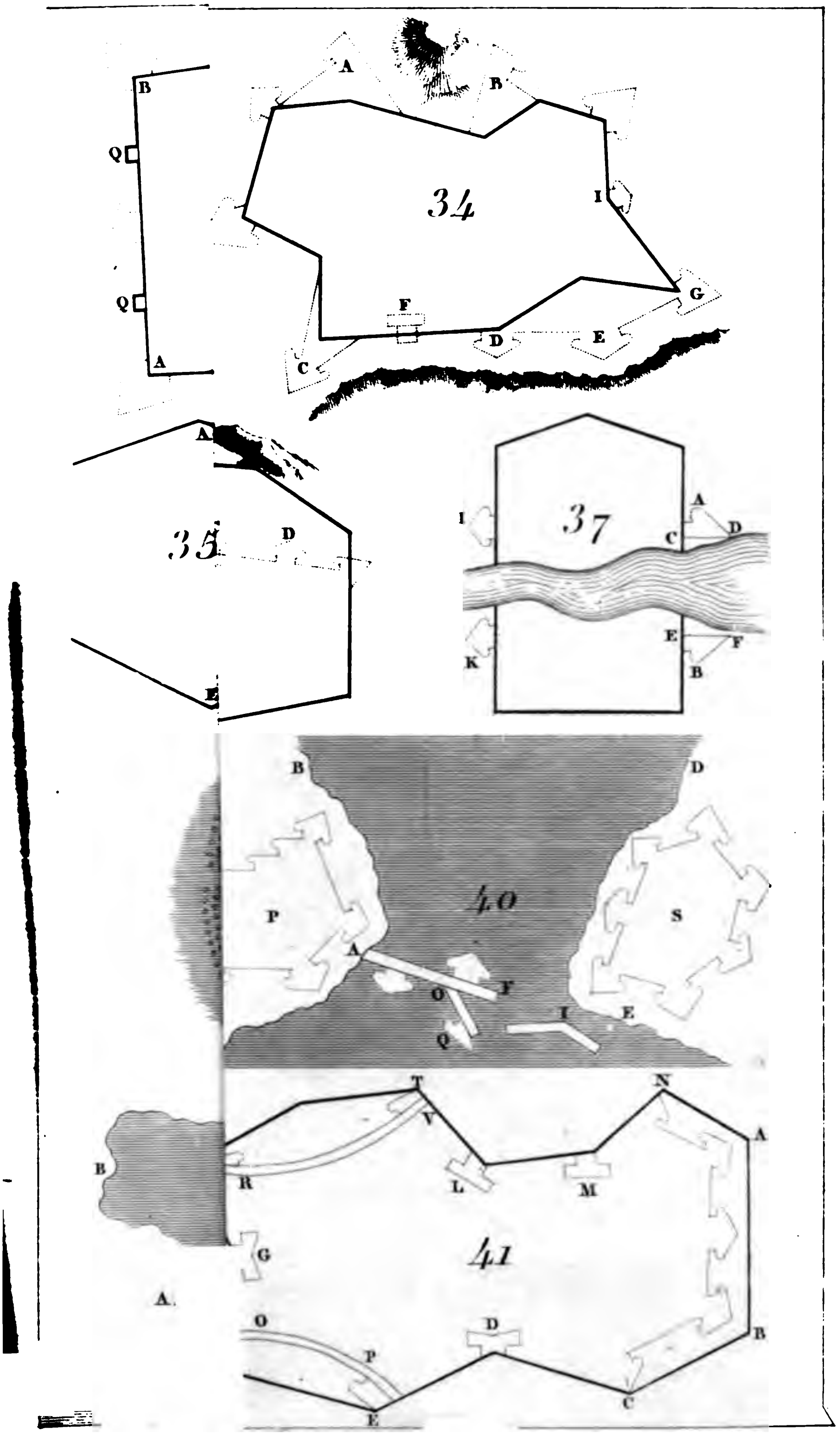

18
19
21
22
25
27
28
29
30

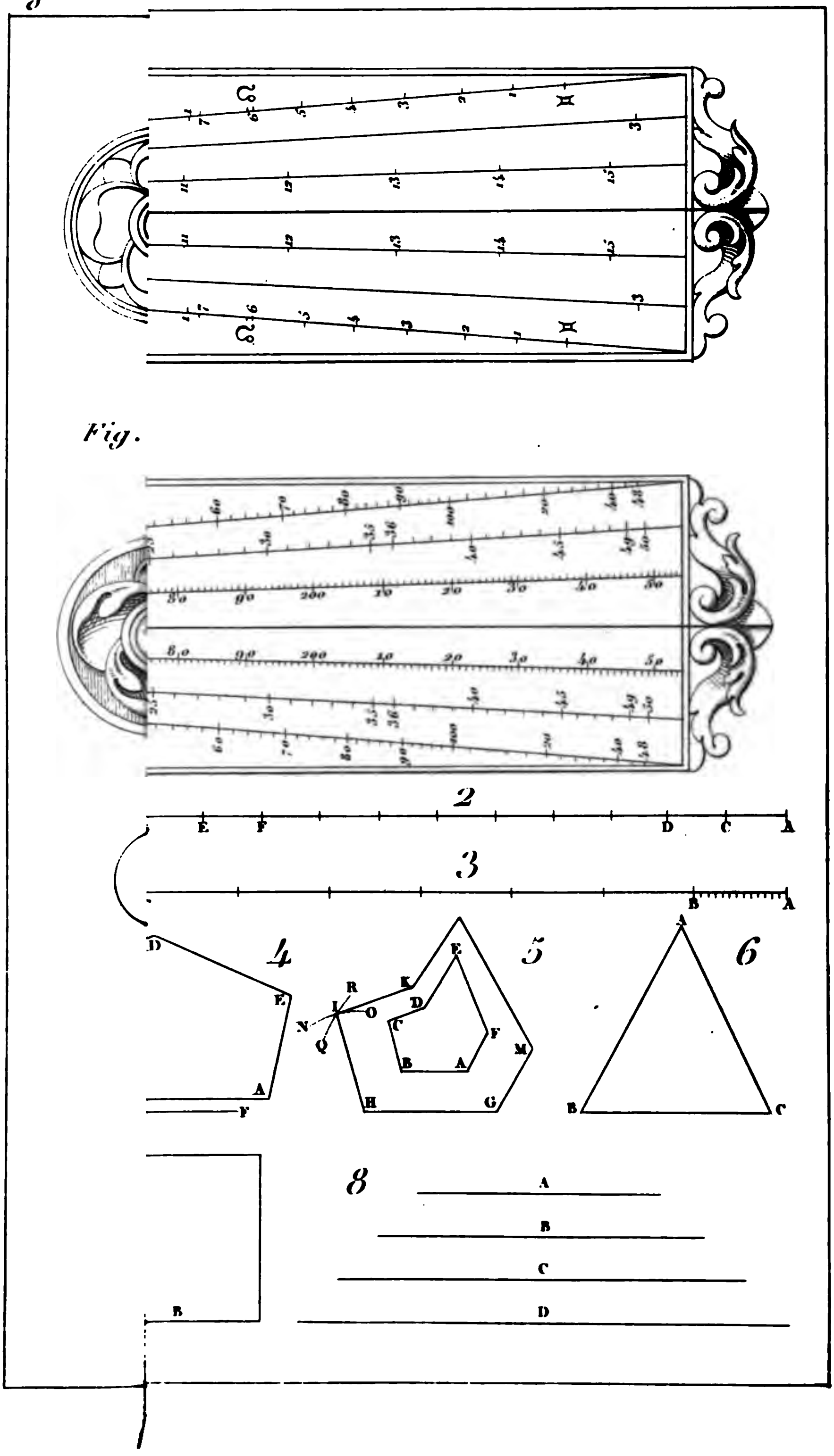

Fig. 1.
Torrione
Rivellino
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

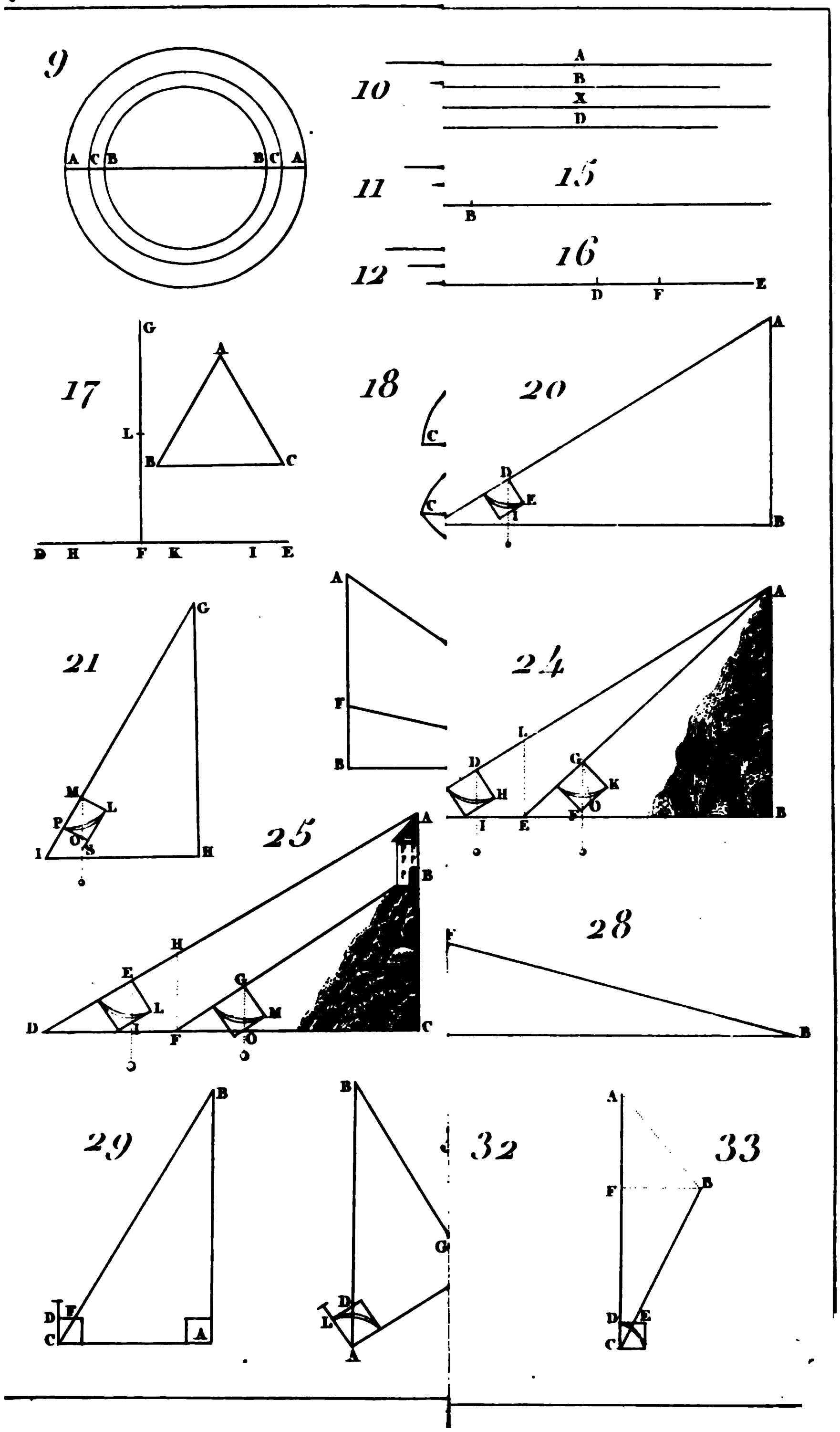


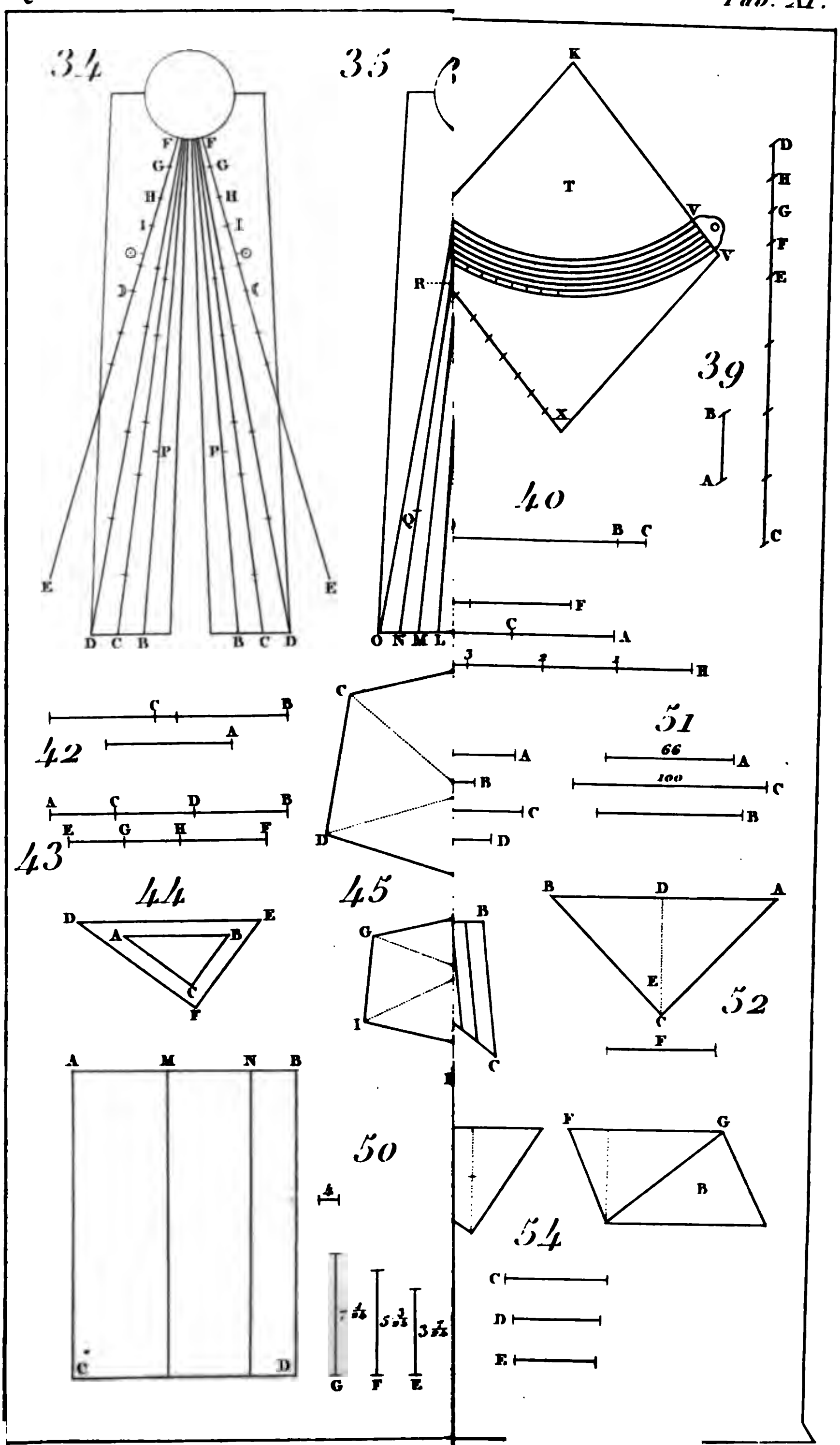

Tav. V.
18
19
21
23
25
27

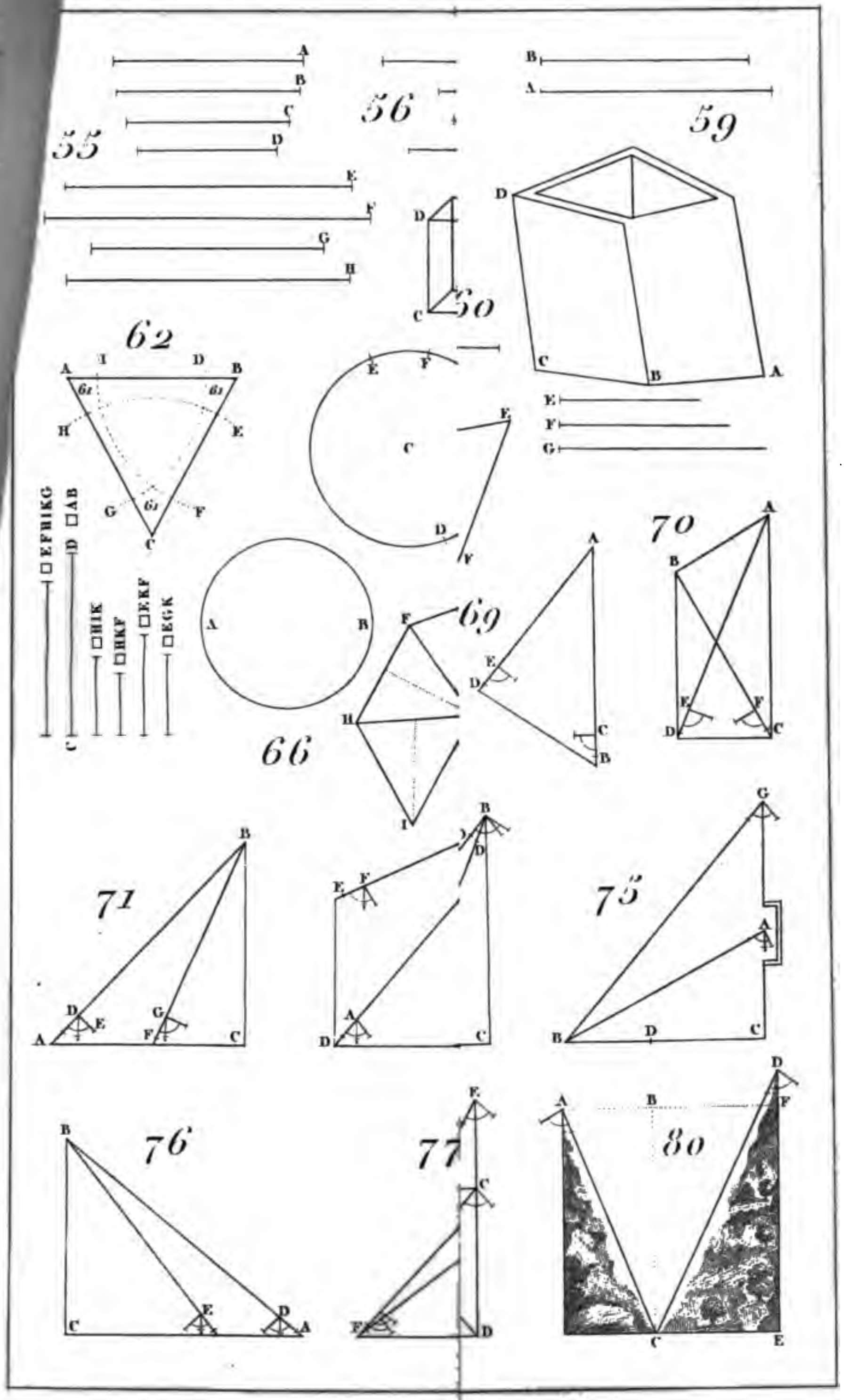

31
A
B
C
D
E
F
G
H
I
K
Z
Q
P
C
Q
R
H
Z
D
I
V
N
T
X
X
O
K
L
L
B
m
C
T
N
A
Q
O
X


34
35
37
40
41


Fig.
2
E F D C A
3
B A
4
D E A F
5
R K E D O N Q C F M B A H G
6
A B C
8
A
B
C
D
B


9
10
11
12
15
16
17
18
20
21
24
25
28
29
32
33


34
35
39
40
42
43
44
45
50
51
52
54
66
100


55
56
59
60
62
66
69
70
71
75
76
77
80
□ EFHIKG
□ AB
□ HIK
□ HKF
□ EKF
□ EGK